BHS
III
15

918.d.

BHS III. 15

Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke Aktiengesellschaft
Bibliothek:
Gruppe: III
B Nr. 15

Von den

oberschlächtigen Wasserrädern

mit

versuchten Verbesserungen

der

Berechnung und Einrichtung

derselben,

Erläuterungen durch Zahlenrechnungen

und

zweien Steindrucktafeln.

Von

Christian Lebrecht Rösling,

königl. Würtembergischem Professor der Mathematik und Physik am Gymnasium zu Ulm, der Weltweisheit wirklichem Doctor und mehrerer gelehrten Gesellschaften Mitgliede.

Preis: 21 ggr.

Augsburg und Leipzig,

in der v. Jenisch und Stageschen Verlagshandlung.

1 8 3 6.

BIBLIOTHEK DER K.B.GENERAL BERG W. & SALINEN ADMINISTR.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede.

Daß die bis jetzt literarisch gegebenen Lehren über die Wasserräder noch in verschiedenen Rücksichten zu verbessern seyen, das ist nicht nur schon von sehr einsichtsvollen und weltberühmten Hydraulikern öffentlich ausgesprochen worden, sondern wir haben uns auch selbst durch neueste Erfahrungen davon überzeugt. Ein oberschlächtiges Wasserrad wurde (Orte nenne ich nicht) neulichst für wenig Aufschlagwasser gebaut, und zwar, wie verlautet, nicht ohne Anwendung der Theorie, und als man es zum Gange anließ, so leistete es so viel als nichts. — Der Bau eines mittelschlächtigen Wasserrades, eines sogenannten Sackrades, wurde neulichst projectirt und ich wurde ersucht, die Berechnung dazu herzustellen. Um mich gegen möglichen Tadel sicher zu stellen, so nahm ich die bis jetzt vorhandenen Theorien, die ich in meiner Bibliothek dazu vorfand, scharf in Untersuchung; je tiefer ich aber in diese einging, desto mehr fand ich, daß alle diese Theorien unanwend-

bar, daß bis auf den heutigen Tag noch gar keine auch nur beiläufig richtige Theorie für die Berechnung der Geschwindigkeit und Kraft der Sackräder vorhanden sey, weswegen ich erklärte, daß ich dem an mich ergangenen Gesuche nicht gewissenhaftest entsprechen könne; wohl aber, wenn man mit der Anlage des Rades warten wolle, bereitwillig sey, eine bessere Theorie für die Sackräder ausfindig zu machen und nach dieser sodann für die mir vorgegebenen Lokalumstände die Berechnung, und zwar in Bezug auf eine Schneidemühle, wie man wollte, liefern werde. Weil aber einerseits dadurch Aufenthalt im Baue des nöthigen Rades entstanden seyn würde, wenn man in meine Proposition hätte eingehen wollen, anderseits aber auch der Inhaber der Schneidemühle, der sich an mich gewendet hatte, ein gebildeter Mann und selbst in gewissem Grade mit mathematischen Kenntnissen ausgerüstet ist, dieser zudem auch noch einen sehr geschickten Maschinenbauer an der Hand hatte, so construirte man das Sackrad nach den Lehren, die man aus Eytelweins und Gerstners Schriften herausgenommen hatte, mit Zugabe seiner eigenen Ideen, man ist aber nun, wie verlautet, mit dem Gange dieses Rades nicht zufrieden, was, aus den mir wohl bewußten Gründen zu erwarten war. — Auch wurde neulichst der Bau eines hori-

zontalen Wasserrades zum Mahlmühlenbetrieb, alles in Eisen, vorgenommen und dagegen das hölzerne unterschlächtige Rad, welches sonst die Mühle trieb, weggerissen. Nach langen und vergeblichen Bemühungen, dem Horizontalrade den Vorzug zu gewinnen, fand man sich endlich gezwungen, dieses zu beseitigen, und das alte hölzerne unterschlächtige Rad wieder an seine vorige Stelle zu setzen. — Durch alle diese Erfahrungen wurde ich veranlaßt, die Ursache solcher Erscheinungen auszumitteln und da ergab sich mir Folgendes: „Die Bücher, welche Be„lehrungen über die Wasserräder enthalten, seyen für „gewöhnliche Praktiker, falls auch die Belehrungen „darinn durchaus richtig wären, viel zu kurz „und zu unverständlich in der Sache, sie seyen „blos zum Gelangen von scientifischen Halbheiten „für Leute, welche keine Gelehrte sind, tauglich, „mit welchen Halbheiten nichts, was auf zurei„chende Gründe gebaut und sicher ist, gewonnen wer„den kann; es seyen aber zu dem auch noch mehrere in solchen Büchern enthaltene Lehren unrichtig; — Dieses Resultat erregte in mir den Antrieb, die Lehren von den Wasserrädern durchaus neu und mit Beweisen der vollkommenen mathematischen und physischen Richtigkeit, oder doch wenigstens der praktisch annehmbaren Beiläufigkeit

auszuarbeiten, und in Druck zu geben. Ich fing an, meinen Entschluß in Ausführung zu bringen, fand aber bald, „daß zu einer auch nur mittelmäßig guten „Lehre über ein Wasserrad, ein besonderes Buch „gehöre, dessen Volumen für solche Werke, in wel- „chen die theoretische Mechanik und Hydraulik, „und wohl gar auch noch die Maschinenlehre ab- „gehandelt wird, nach dem jetzigen Zustande des Buch- „handels bei weitem zu groß sey." Darum entschloß ich mich, die Lehre von den Wasserrädern so zu bearbeiten, daß über jede Art von solchen Rädern in einem besondern Buche ein Unterricht ertheilt werde, welcher auch für solche, die nur wenig Mathematik verstehen, faßlich genug ist und mannigfache Verbesserungen in den Berechnungen und Einrichtungen solcher Räder enthält.

Da folgt nun zuvörderst mein Unterricht über die oberschlächtigen Wasserräder. Der Sachkenner mag aus der folgenden Inhaltsanzeige herausnehmen, ob zu vermuthen sey, daß ich nicht nachgescribelt, sondern, nach dem Stande der Sache im besten Willen, der Wissenschaft und Technik förderlich zu seyn, streng gearbeitet habe, mag dann mein Buch lesen und sagen darüber, was gegründet ist.

Der Verfasser.

Inhalts - Anzeige.

Erstes Kapitel.

Von der gewöhnlichen Einrichtung der oberschlächtigen Wasserräder mit versuchten Verbesserungen der Berechnung derselben. §. 1 bis 28.

		Seite
§. 1.	Kränze, Boden, Schaufeln, Zellen dieser Räder	1
§. 2.	Bestimmung des dem Wassergefälle G angemessenen größten Raddurchmessers A 𝔄 = 2 . CA = 2 R (Fig. 1.)	2
§. 3.	Theilrisse der Radkränze	3
§. 4.	Zahl der Zellen	4
§. 5.	Lagenbestimmung der Stoßtafeln no	5
§. 6.	Breite dieser Tafeln	7
§. 7.	Auftragung der Stoßtafeln	8
§. 8.	Lagenbestimmung der Riegelschaufeln	8
§. 9	Breite dieser Schaufeln	8

Seite

§. 10. Länge der Zellenschaufeln 9

§. 11. Abhängigkeit der innern Radbreite B . . . 9

§. 12. Bestimmung der Ausflußmenge aM des Wassers, welche durch das im Gerinnboden gg' befindliche Schlundloch in jeder Secunde den Zellen zufließt 10

§. 13. Bestimmung der Zellenladung L, welche die aM bei einer vorgegebenen Umlaufszeit T des Rades und Anzahl N der Zellen geben muß 12

§. 14. Bestimmung der ersten Ausgußzelle (die Schwungkraft des Wassers bei Seite gesetzt), mit Folgerungen 14

§. 15. Bestimmung der Ladungssumme Ls, die sich im Gange des Rades in seinem wasserhaltigen Bogen ergiebt 22

§. 16. Bestimmung der Scheiteltiefe n2 r = Ct, um welche der Scheitel n2 der ersten Ausgußzelle 2 unter der Horizontallinie Ca liegt . . . 24

§. 17. Bestimmung der Höhe ce = cg, um welche das Mittelpunct c des zu der Einflußzelle o''n''m m n''' o''' gehörenden Theilrißbogens über der Horizontallinie Ca liegt 25

§. 18. Bestimmung der mittleren Höhe Ct + Cg = Ctg = H Fußen des mit Wasser beladenen Theilrißbogens cnn2, welcher von dem Mittelpunkte c des Theilrißbogens n''n''' der in diesem befindlichen Einflußzelle bis zum Scheitel n2 der ersten durch zwei bezeichneten Ausgußzelle m n2 o herunter geht 26

Seite

§. 19. Zurückführung des wasserhaltigen ungleichförmigen und unterbrochenen Radbogens auf einen Wasserbogen w B welcher dem ersteren Bogen an kubischem Inhalte gleich, aber auch gleichförmig und ununterbrochen ist. (Fig. 1 und 2) . . 28

§. 20. Bemerkung wegen Fig. 2 33

§. 21. Ueberlegung, welche die Bestimmung des Momentes der Wasserladungssumme L^s und des w B betrifft 33

§. 22. Bestimmung des Momentes des Wasserbogens w B und der Ladungssumme L^s . 34

§. 23. Ueber den Stoß, welchen das in die Zellen einfließende und die Ladung L gebende Wasser verursacht, und über das Moment desselben . . 47

§. 24. Von der durch Gewicht und Stoß des Triebwassers bewirkten Umdrehungskraft K* des Rades, welche am Ende n des horizontalen mechanischen Halbmessers Cn des Rades lothrecht abwärts zieht 49

§. 25. Die Momentsumme M^s 50

§. 26. Von dem ersten Fehler, den man in der Berechnung der Kraft K* der oberschlächtigen Wasserräder begangen hat 51

§. 27. Von dem zweiten Fehler, der in der Berechnung der Kraft K* der oberschlächtigen Wasserräder begangen worden ist 56

§. 28. Von einem dritten Fehler, der in den Berech=

Seite

nungen der Kraft K* der oberschlächtigen Wasserräder Statt findet 57

§. 29. Uebergang 57

*) Bemerkung für noch einen vierten Fehler 58

Zweites Kapitel.

Von einer neuen Einrichtung der oberschlächtigen Wasserräder zu einer Vervollkommnung derselben. §. 30 bis Ende.

§. 30. Vorbemerkungen 59

§. 31. Von den Brettern zz, zz ꝛc. (Fig. 3), die wir den Zellenscheidwänden mv, mv ꝛc. so, daß sie mit ihrer ganzen Dicke in die Radkränze eingeschnitten und auf diese festgenagelt sind, auflegen, und die wir, wegen ihrer dreifachen Dienste, Schneid- Stoß- und Schutz-Bretter, überhaupt aber, zur Abkürzung der Rede, Hülfsbretter nennen 60

§. 32. Von den Vortheilen des Weglassens der Riegelschaufeln ꝛc. 65

§. 33. Bestimmung der ersten Ausgußzelle, — die Schwungkraft des Wassers bei Seite gesetzt . 67

§. 34. Bestimmung der Ladungssumme $\mathfrak{L}^s$ . . . 72

§. 35. Zurückführung der $\mathfrak{L}^s$ auf einen eingebildeten Wasserbogen w$\mathfrak{B}$, welcher um den Theil-

Seite

rißbogen c d herum liegt, dem Gewichte der $\mathfrak{L}^s$ gleich ist rc. (Vergl. Fig. 2.) 77

§. 36. Ueberlegung, welche die Bestimmung des Momentes $\mathfrak{M}$ der unterbrochenen und ungleichförmigen Wasserladungssumme $\mathfrak{L}^s$ und des Momentes $\mathfrak{M}'$ des ihr gleichgewichtigen, continnirlichen und gleichförmigen Wasserbogens ${}^w\mathfrak{B}$ betrifft 79

§. 37. Bestimmung des Momentes $\mathfrak{M} = \mathfrak{M}$ rc. . . 80

§. 38. Bestimmung der Höhe H des ${}^w\mathfrak{B}$ rc. . . . 81

§. 39. Ueber den Stoß des bei sz..s'z.. in das Rad einfallenden Wassers und das Moment desselben 83

§. 40. Von der durch Gewicht und Stoß des Triebwassers bewirkten Umdrehungskraft $\mathfrak{K}^*$ des Rades, die am Ende n des horizontalen mechanischen Halbmessers Ccrn oder R* des Rades lothrecht abwärts wirkt 86

§. 41. Die Momentsumme $\mathfrak{M}^s$ 88

§. 42. *Bestimmung des Druckes des Rades gegen die Zapfenpfannen, der durch die am Rade in der horizontalen Entfernung Cn* lothrecht abwärts ziehende Kraftsumme $\mathfrak{K}^*$ und durch einen an einem Radarme in der Entfernung = $\mathfrak{X}$ Fußen von C angebrachten Widerstand $\mathfrak{W}$ welcher der $\mathfrak{K}^*$ das Gleichgewicht hält, verursacht wird. (Tab. II.) 88

*) Fünf Hauptfälle.

1.) Erster Fall 89

Seite

2.) Zweiter Fall 92

3.) Dritter Fall 95

4.) Vierter Fall 98

5.) Fünfter und schwierigster Fall . . 102

§. 43. Von der Reibung F der Wellzapfen in den Pfannen 113

§. 44. Herstellung einer Gleichgewichtsgleichung zwischen Kraft und Last 115

§. 45. Verschiedene Erwägungen, welche das Bestimmen der Umlaufszeit = T Sekunden eines oberschlächtigen Rades und also auch der Geschwindigkeit desselben, d. h. die Größe des Bogenweges = c Fußen, welchen ein Theilrißpunkt in einer Secunde gleichförmig durchläuft, betreffen . 118

§. 46. Nöthigste Untersuchungen über die Weglaßbarkeit und Erforderlichkeit eines Vorgeleges und die Anordnung der, an dieses anzuhängenden Maschine 123

Erstes Kapitel.

Von der gewöhnlichen Einrichtung mit versuchten Verbesserungen der Berechnung der oberschlächtigen Wasserräder.

§. 1.

Kränze, Boden, Schaufeln, Zellen dieser Räder.

1.) Ein oberschlächtiges Wasserrad besteht aus zweien sich parallel laufenden $2\frac{1}{2}$ bis 3 Zollen dicken und 10 bis 12 Zollen breiten lothrecht stehenden Kränzen aus Fichtenholz (oder?), welche durch Aerme an eine horizontal liegende Welle befestiget sind. In Tab. I. Fig. 1. ist die innere Ansicht der Hälfte eines solchen Kranzes durch ABbaAB dargestellt.

2.) Die beiden Kränze werden inwendig mit einem $\frac{5}{4}$ Zolle dicken wasserhaltigen Dielenboden versehen, welche in der Figur durch ..$\beta\beta\beta$.. bemerklich gemacht ist. Dadurch ergibt sich zwischen den Kränzen und dem Boden ein Kanal, welcher dann durch Bretstücke, die man Schaufeln nennt, in Zellen oder Säcke eingetheilt wird, durch welche das aus einem Gerinne gg′ von oben herunter in das Rad einfließende Wasser W auf=

gefangen und wodurch das Rad in Umdrehungsbewegung versetzt wird.

3.) Jede Wand zwischen zweien Zellen besteht — gewöhnlich — aus zweien unter einem schicklichen Winkel mno wasserhaltig an einander gefügten Bretstücken mn und no, die in Nuthen der Kränze zwischen diese wasserhaltig eingeschoben sind. Das eine Bretstück mn, welches auf dem Radboden wasserhaltig aufsitzen soll, nennt man die Boden, und auch die Riegel- oder Kropf-Schaufel und das zweite Bretstück no wird Stoß-Schaufel genannt.

§. 2.

Bestimmung des dem Wassergefälle G angemessenen größten Raddurchmessers A2 = 2 . CA = 2 . Rheinl. Fußen (Fig. 1).

1.) Man muß in Rheinl. Fußen das ganze Gefäll des Wassers ausgemittelt haben, welches in der sich gewählten Centrallinie ... 𝔄 C A ... des Rades Statt hat und zwar lothrecht gemessen von dem Punkte a der Unterfläche ..gg'... des Bodens des Zuflußgerinnes an, bis zu dem Punkte a' der Oberfläche GG' des Bodens des Abflußgrabens des Wassers.

2.) Die Höhe aa' dieses G Rheinl. Fußen großen Wassergefälles nimmt man und zieht davon ab:

A.) einen Theil 𝔄a, welcher wenigstens = 6 Rhnl. Werkzollen seyn soll (man nimmt auch 8 Zolle) für den Abstand des höchsten Radpunktes 𝔄 von dem Punkte a der Unterfläche gg' des Gerinnbodens.

B.) einen Theil Aa', welcher 12 Rheinl. Zollen seyn soll, für den Abstand des niedrigsten Radpunktes

A von der Oberfläche GG′ des Grabens; was erforderlich ist, damit das Rad in seinem Umgange nicht in Grabenwasser zu laufen habe.

C.) So erhält man den, dem Gefälle aa' oder 𝔊 angemessenen größten Raddurchmesser

$$A\mathfrak{A} = 2 \,.\, CA = 2 \,.\, C\mathfrak{A} = 2 \,.\, R$$
$$= aa' - (\mathfrak{A}a + Aa')$$
$$= \mathfrak{G} \,.\, - (\tfrac{1}{2} + 1)$$
$$= \mathfrak{G} - 1{,}5 \text{ Rheinl. Fußen.}$$

Z. B. Für 𝔊 = (12 Fußen + 10 Zollen) Werkmaaß hat man

$$A\mathfrak{A} \text{ oder } 2 \,.\, C\mathfrak{A} \text{ oder } 2 \,.\, R$$
$$= (12 \text{ Fßn.} + 10 \text{ Zlln.}) - (1 \text{ Fß.} + 6 \text{ Zlln.})$$
$$= 11 \text{ Fußen} + 4 \text{ Zollen},$$

wornach also

$$C\mathfrak{A} \text{ oder } R = 5 \text{ Fußen} + 8 \text{ Zollen}$$
$$= 5\tfrac{2}{3} \text{ Fußen ist.}$$

§. 3.

Theilrisse der Radkränze.

Zur Austheilung der Scheitelpunkte n, n, n ꝛc. der Winkel mno, mno ꝛc. der Zellenschaufeln hat man auf jedem Kranze einen Theilkreis oder Theilriß ...$\tau'\tau\tau$... nöthig.

Diesen ziehen manche Mechaniker in der Mitte der Breite AB = ba des Kranzes, die meisten Mechaniker aber theilen die AB = ba in drei gleiche Theile von welchen $B\tau' = B\tau$ ein Theil ist, und ziehen durch $\tau'\tau$ ꝛc. den Theilkreis. Hiernach ist der Theilkreis- oder Theilriß-Halbmesser, welchen man auch den me-

chanischen Radhalbmesser nennt, eine Größe $C\tau' = R^*$ Rheinl. Fußen, die um $\frac{1}{3}$ der Radkranzbreite $AB = ab$ größer ist, als der innere Radkranzhalbmesser $CB = Cb = R'$ Rheinl. Fußen.

Z. B. In unserem Radrisse ist (nach §. 2, Nr. 2) $CA = C\mathfrak{A}$ oder $R = 5\frac{2}{3}$ Fußen, $CB = C\mathfrak{B}$ oder $R' = 4\frac{2}{3}$ Fußen, folglich $C\tau'$ oder $R^* = CB + \frac{1}{3} AB = 4\frac{2}{3} + \frac{1}{3} = 5$ Fußen.

§. 4.

Zahl der Zellen.

1.) Man gibt für die Zahl N der Scheitel n, n, n rc. der Zellwinkel mno und Zellen dem Theilkreise ....$\tau'\tau\tau$... gewöhnlich $2\frac{1}{2}$ bis 3 mal so viele Theilpunkte, als der Durchmesser $\tau C\tau' = C\tau + C\tau' = 2R^*$ Rheinl. Fußen enthält.

Z. B. Wenn $C\tau'$ oder $R^* = 5$ Fußen,

also $\tau C\tau' = 2 . C\tau'$ oder $2 R^* = 10$ Fußen ist,

so ist die Zellenzahl

$$N = 2\tfrac{1}{2} . 2 R^* \text{ bis } 3 . 2 R^*$$
$$= 2\tfrac{1}{2} . 10 \text{ bis } 3 . 10$$
$$= 25 \text{ bis } 30 \text{ Zellen.}$$

2.) Die nach voriger Regel erhaltene Zahl N aber ändert man, wenn es erforderlich ist, so ab, daß man eine Zahl erhält, die sich in vier gleiche ganze Zahlen und zwar in solche eintheilen läßt, von welchen jede eine bequeme Eintheilung des Viertels des Theilkreises ...$\tau'\tau\tau$... gewährt.

Z. E. Wenn man statt der Zahl 30 die 32 nimmt, so erhält man eine geschickte Zahl für die Eintheilung der vier Viertel des Theilrisses ...$\tau'\tau\tau$...; es er-

hält dann jedes Viertel 8 Zellen, dieses wird erst in 2 gleiche Theile getheilt, jede Hälfte wird dann wieder in 2 gleiche Theile gespalten, und jedes dieser Theile wird hernach nochmals in zwei gleiche Bögen getheilt, denn $2 \cdot 2 \cdot 2 = 8$.

3.) Die Zellen sollen, sagt man, bei der Eintheilung des Rades nicht zu eng, aber auch nicht zu weit werden. (Hm!) Ist der Halbmesser $C\tau = R^*$ Fußen, so ist die Ausspannungslänge des Theilkreises ... $\tau'\tau\tau$ .. eine Größe

$$\mathfrak{L} = 6{,}28 \cdot R^* \text{ Rheinl. Fußen;}$$

wenn man also z. B. die Zellenzahl

$$N = 3 \cdot 2 R^* = 6 R^* \text{ Linien}$$

nimmt und diese in $\mathfrak{L}$ dividirt, so erhält man die Länge eines Bogens nn zwischen zweien nächsten Zellenscheiteln n, n; es ist diese Länge

$$nn = \frac{\mathfrak{L}}{N} = \frac{6{,}28 \cdot R^*}{6 R^*} = \frac{6{,}28}{6} = 1{,}046 \ldots \text{ Rhl. Fßn.}$$

„Es wird also in der Richtung des Theilrisses eine Zelle „beiläufig 1 Fuß weit, folglich in der Richtung des „Außenkreises ... A a 𝔄 ... etwas weiter.“

§. 5.

Lagenbestimmung der Stoßtafeln no.

1.) Diese sollen so liegen, daß die Zellen des von ihnen aus dem Wasser-Gerinne aufgefangenen Wassers so lange als möglich in sich behalten. Es kommt nämlich jede Tafel no bei der Radumdrehung immer mehr und mehr und endlich ganz horizontal zu liegen und wenn eine Tafel no eine horizontale Lage erhalten hat, so muß (bei der gewöhnlichen Einrichtung derselben ganz

gewiß alles Wasser aus der Zelle, welcher der horizontal gewordenen Tafel no zugehört, ausgeschüttet seyn; ja, es muß das noch etwas eher erfolgen, weil das Wasser durch die Radwendung eine Schwungkraft und ein Bestreben bekommt, sich von der Radaxe in C immer mehr auswärts zu entfernen.

2.) Man hat allerlei Regeln angegeben, welche zu der zweckmäßigsten Stellung der Stoßschaufeln dienen sollen, die man in den Büchern über Hydraulik nachsuchen kann; allein wir wollen uns hier mit der Angabe aller dieser Regeln nicht aufhalten, und uns nur mit der Aufstellung einer von ihnen, die für unsere künftigen Betrachtungen die Tauglichste ist, begnügen.

„Man theile den Viertelskreis τ'dcb = 90 Graden „in drei gleiche Bögen τ'd = dc = cb = 30 Graden, ziehe aus C in d einen Halbmesser Cd, welcher „einen Centriwinkel τ'Cd = 30 Graden giebt, und „durch d ziehe man auf die lothrechte Centrallinie „CA des Rades ein Perpendikel dδ; dieses verlängere man bis an den Außenkreis ... A a A ... um „die Länge dD, so zeigt dieses einen Winkel CdD, „welcher (weil der Winkel bei C = 30°, der bei „δ = 90° genommen ist und also der Winkel Cbδ „= 60° seyn muß) 180° — 60° oder 120 Graden „enthält. Nimmt man diesen Winkel CdD zum „Maaßstabe der Winkel Cno, Cno ꝛc. so erhalten die „Stoßtafeln no, no ꝛc. gegen die Radien Cn, Cn ꝛc. „eine solche Lage, daß jede Tafel, wenn sie bei der Umdrehung des Rades bis in die Horizontallinie ..dD.. „herunter gekommen ist, eine horizontale Lage dD „hat, und daß also, da ganz gewiß alles Wasser „aus der Zelle, welcher die Tafel zugehört, schon „etwas vor dem Eintritte in diese Lage (wegen „der Schwungkraft, die das Wasser erhält) ausgeflossen seyn muß, die Zelle leer seyn wird.

§. 6.

Breite dD der Tafel Mo.

1.) Die Linie Cδ ist hier der Cosinus des Centri-Winkels δCd = 30 Graden, und zwar für den Halbmesser Cd = Cτ' = R* Fußen; es ist

$$C\delta = R^*. \text{Cos. } 30^\circ = R^*. \text{Sin. } 60^\circ$$
$$= 0{,}8660254.\ R^* \text{ Rhnl. Fußen.}$$

Z. E. Für Cτ' oder R* = 5 Fußen ist

$$C\delta = 0{,}866\ldots. + 5 = 4{,}330 \text{ Fußen.}$$

2.) Die Linie Cδ ist somit berechnet, die Linie CD ist = CA = C𝔄, eine aus dem Wassergefälle aa' oder 𝔊 nach §. 2. berechnete Größe = R Fußen, und das Dreieck CδD ist bei δ rechtwinklicht; mithin ist die Linie

$$\delta D = \sqrt{(cD^2 - c\delta^2)}$$
$$= \sqrt{(R^2 - c\delta^2)} \text{ Fußen.}$$

* Z. E. Nach §. 2. ist R = 5 Fußen + 8 Zollen = 5,66. Fußen; ferner ist

$$C\delta = 4{,}330 \text{ Fußen; also ist}$$
$$\delta D = \sqrt{(5{,}666^2\ldots - 4{,}33^2)}$$
$$= \sqrt{(32{,}1035 - 18{,}7489)}$$
$$= \sqrt{13{,}3546} = 3{,}65 \text{ Fußen.}$$

3.) Die Linie δd ist = cd . Sin 30° = R*. Sin 30° = R*. 0,5 = 0,5. R* Fußen.
Also ist die Tafelbreite dD oder no oder

$$b = \delta D - \delta d = \sqrt{(R^2 - cd^2)} - 0{,}5\ .\ R^* \text{ Fußen.}$$

Z. E. Für δD = 3,65 Fußen (vor. Nr. 2) und R* = 5 Fußen ist die Tafelbreite dD oder no oder

$$b = 3{,}65 - 0{,}5\ .\ 5 = 3{,}65 - 2{,}50$$
$$= 1{,}15 \text{ Fußen.}$$

§. 7.

Auftragung der Stoßtafeln no.

Nachdem man die Breite dD oder b einer Stoßtafel no gefunden hat, so nimmt man sie zwischen die Schenkel eines Zirkels und trägt sie aus den Theilpunkten n, n, n ꝛc. des Theilrisses ττ... auf die äußerste Peripherie... A a A... des Radkranzes auf, wodurch man auf dieser die Endpunkte o, o, o ꝛc der Tafeln erhält; hierauf zieht man die Linien no, no, no ꝛc. für die Richtungen, nach welchen die Nuthen zum Einschieben der Tafel in die Kränze eingearbeitet werden müssen (oder, wenn man keine Nuthen machen, sondern die Tafeln auf Leisten, die man an die Radkränze festnagelt, aufschieben und aufnageln will, für die Richtungen der Oberseiten dieser Leisten.)

§. 8.

Lagenbestimmung der Riegelschaufeln.

Diese Schaufeln mn werden gegen die Stoßschaufeln no entweder so gestellt, daß sie in den Richtungen der Theilrißhalbmesser Cmn, Cmn ꝛc. laufen, in welchem Falle bei uns (nach §. 5, Nr. 2.) der Winkel Cno oder mno = CdD = 180 — 60 = 120 Graden wird; oder man stellt die Schaufeln mn unter rechten Winkeln gegen die Schaufeln no.

Rücksichtlich der Wirkung des Wassers auf das Rad ist es ganz gleichgültig, ob man die eine oder die andere dieser Regeln anwendet, was man künftig vernehmen wird.

§. 9.

Breite mn der Riegelschaufeln.

Wenn man der Breite AB = AB eines Kranzes 12 Werkzolle giebt (§. 1.), den Theilriß ... ττ ... um eine

Weite $\tau\beta = 4$ Zolle von dem innern Kreise ... $\beta\beta\beta$ ... des Radkranzes abstehen (§. 3), und wenn man zu dem die Riegelschaufeln in den Richtungen der Halbmesser Cmn laufen läßt, so wird die Breite mn oder b′ einer Riegelschaufel 4 Werkzollen.

§. 10.

Länge der Zellenschaufeln.

1.) Diese ist abhängig:

A.) Von der mit der Axe der Radwelle parallel laufenden Linie, um welche die beiden inneren einander zugekehrten und sich parallelen Flächen der Radkränze von einander abstehen sollen, welche Linie wir die innere Radbreite nennen, und durch B Fußen bezeichnen;

B.) von den Tiefen der Nuthen der Kränze, in welche die Schaufeln eingeschoben werden sollen (falls man Nuthen hat.)

2.) Wenn man die Kränze nicht mit Nuthen, sondern inwendig mit Leisten zum Auflegen und festnageln der Schaufeln versieht, so muß die Schaufellänge l nur $= B$ Fußen seyn; bedient man sich aber der Nuthen und nimmt jede $\frac{1}{2}$ Zoll tief, so muß die $l = B$ Fußen $+ 1$ Zoll seyn.

§. 11.

Abhängigkeit der Größe B.

Diese Größe ist von einer Reihe von Größen abhängig, die nun erst in den folgenden Paragraphen bestimmt werden müßen, bevor wir die B bestimmen können.

§. 12.

Bestimmung der Ausflußmenge ªM des Wassers, welches durch das im Gerinnboden gg′ befindliche Schlundloch in jeder Secunde den Radzellen zufließt ꝛc.

1.) Das Gerinn hat in seinem Boden gg′ ein viereckiges rechtwinkliches Schlundloch, welches durch eine Stellfalle geöffnet und auch wieder verschlossen werden kann so, daß das Wasser in der Richtung des Wasserpfeiles P über die Falle hinweg gehen und vorn aus dem Gerinne ohne Wirkung auf das Rad herunterstürzen kann. Dieses Loch hat seinen Anfang in s und eine gewisse Länge ss′; es ist in den Boden gg und in das unter diesem befindliche Tragholz T schief abwärts eingeschnitten so, daß, wenn die Vorderschaufel n″ o″ o* n* der zu dem zweiten Theilrißbogen n′ n″ gehörden zweiten Zelle o′ n′ m m n″ o″ oder Z mit der Hinterlinie n″ o″ in das Endpunkt n″ des zweiten Theilrißbogens eingetreten ist, die schiefe Richtung so* des Loches mit der Vorderlinie n* o* der Schaufel n″ o″ o* n* eine gerade Linie s o* n*.... bildet, daß also, wenn die Schaufel n″ o″ o* n* noch weiter vorwärts geht und den Wasserstrom ss′o*.... durchschneidet, die zu dem zweiten Theilrißbogen n′n″ gehörende zweite Zelle o′n′m m n″o″ oder Z zur ersten Wasserauffangzelle wird.

2.) Das Schlundloch hat von s an gegen s′ hin eine solche nach der Richtung des Bodens gg′ laufende Länge ss′ = l Fußen, welche auf der Weitenlinie = w Fußen des Gerinnes (die gegen die sich parallelen Seitenwände desselben winkelrecht geneigt ist) eine winkelrechte Lage hat. Diese beiden Größen l und w geben den Quadratinhalt

$$\mathfrak{Q} = l \cdot w$$

Quadratfußen des vierseitigen rechtwinklichten Schlundloches

3.) Das mit einer gewissen mittleren Geschwindigkeit = C Rhnl. Fußen die man mit unserem in einem vorerschienenen Werke beschriebenen Instrumente gemessen hat, vor diesem Loche ankommende und in dasselbe einstürzende Wasser leidet in seinem Durchflusse durch das Loch eine Zusammenziehung so, als wenn der Quadratinhalt des Loches nur eine verminderte Größe

$$\mathfrak{Q}' = 0{,}855 \,.\, \mathfrak{Q} = 0{,}855 \,.\, \mathfrak{l} \,.\, \mathfrak{w}$$

Quadratfußen wäre. (Man sehe unser Werk über unseren Wassergeschwindigkeitsmesser.)

Demnach könnte die aus dem Schlundloche herausströmende Wassermenge

$$M = \mathfrak{Q}' C = 0{,}855 \; \mathfrak{Q} \,.\, C = 0{,}855 \; \mathfrak{l} \,.\, \mathfrak{w} \,.\, C$$

Rhnl. Cubikfußen seyn.

4.) Das im Gerinne dem Loche mit einer mittleren C zufließende Wasser habe, nach Beobachtungen bei der Gerinnweite = w Fußen, eine mittlere Höhe = $\mathfrak{H}$ Rhnl. Fußen Dafür ist bei der vorgenannten Größe w der Quadratinhalt des lothrechten Breiten Querschnittes des zufließenden Wassers eine Größe

$$\mathfrak{Q} = \mathfrak{H} \,.\, w \text{ Quadratfußen}$$

und also die in jeder Secunde mittlere Zuflußmenge

$$^{z}M = \mathfrak{H} \,.\, \mathfrak{w} \,.\, C \text{ Rhnl. Cubikfußen.}$$

5.) Es soll aber die in Nr. 3 berechnete aus dem Schlundloche heraus in das Rad in jeder Secunde einfließende Wassermenge M eine solche Ausflußmenge ^{a}M seyn, welche der ^{z}M gleich ist; demnach hat man die Grundgleichung

$$^{a}M = {}^{z}M$$

oder, wenn man die Formeln substituirt,

$$0{,}855 \,.\, \mathfrak{l} \,.\, \mathfrak{w} = 0{,}855 \,.\, \mathfrak{l} \,.\, C = \mathfrak{H} \,.\, w \,.\, C$$

woraus 0,855 l = $\mathfrak{H}$ und

$$\text{ferner } l = \frac{\mathfrak{H}}{0{,}855} = 1{,}19\ \mathfrak{H} \text{ Fußen folgt.}$$

„Wenn also die ᵃM = ᶻM seyn soll, so muß man, „falls man die Breite des Schlundloches der Weite w „des Gerinnes gleich nimmt, die Länge l des Loches „= 1,19 . $\mathfrak{H}$ Fußen setzen.

6.) Man verfahre folglich, „damit die ganze ᶻM zu einer ᵃM werden,“ wie folgt:

A.) Man mache die Breite des Schlundloches der Weite = w Fußen des Gerinnes gleich;

B.) die Länge l des Schlundloches nehme man aber um 0,19 Fußen = 1 Zoll und 9 Linien Decimal-maaß größer, als die mittlere Höhe = $\mathfrak{H}$ Fußen, in welchen das Wasser dem Schlundloche zufließt.

Z. E. Für $\mathfrak{H}$ = 8 Werkzollen = $\frac{2}{3}$ Fußen nehme man

$$l = 1{,}19 . \tfrac{2}{3} = \frac{2{,}38}{3} = 0{,}793 \text{ Fußen}$$

also fast = 8 Decimal Zollen.

7.) Es ist dann die

$$^aM = {}^zM = \mathfrak{H} . w . C \text{ Rhnl. Fußen.}$$

§. 13.

Bestimmung der Zellenladung $\mathfrak{L}$, welche die ᵃM bei einer vorgegebenen Umlaufszeit T des Rades und Anzahl N seiner Zellen geben muß.

1.) Es sey die Zeit, in welcher das Rad einmal herum gehen soll, eine rücksichtlich der anzulegenden Maschine ausgewählt. Größe von T Secunden und die Zahl N der Zellen sey (nach §. 4) bestimmt. Hierbei gehen in T Secunden alle N Zellen unter dem Schlundloche vorbei und von der aus diesem in 1 Secunde ausfließenden Was-

sermenge ^aM (§. 12.) nimmt jede Zelle dieselbe Wasserladung = $\mathfrak{L}$ Rhnl. Cubikfußen in sich ein.

2.) Wenn in der gegebenen Zeit = T Sekunden alle N einer Radumdrehung zugehörenden Zellen unter dem Wasserstrome vorbeigehen, so gehet in einer Sekunde nur eine Zellenzahl

$$n = \frac{N}{T}$$

unter dem Wasserstrome vorbei, nach der Proportionsfrage: „T Sekunden geben N unter dem Wasserstrome hin„weggehende Zellen, welche Zahl n solcher Zellen giebt „eine Sekunde?«

3.) Diese in einer Sekunde unter dem Wasserstrome vorbeistreichende Zellenzahl $n = \frac{N}{T}$ nimmt die ganze in einer Sekunde aus dem Schlundloche herausfließende Wassermenge ^aM (§. 12.) in sich auf und es wird also diese ^aM unter n Zellen gleichmäßig (denn das Rad geht gleich geschwind herum) vertheilt. Demnach erhält eine jede von den n in einer Sekunde unter den Wasserstrome vorbei streichenden Zellen den n^{ten} Theil der ^aM und es ist folglich die Wasserladung, die jede der n Zellen in sich aufnimmt, eine Größe

$$\mathfrak{L} = \frac{^aM}{n} = \frac{^aM}{\left(\frac{N}{T}\right)} = \frac{T \, . \, ^aM}{N}$$

Rheinl. Cubikfußen Wassers.

Z. B. Es sey in der Gleichung
$^aM = {}^zM = \mathfrak{H} \, . \, w \, . \, C$ Cubikfußen Wasser (§. 12. Nr. 7.), die Gerinnweite $w = 2'$ die bei dieser Statt habende mittlere Höhe des Gerinnwassers $= \frac{2}{3}$ und die mittlere Wassergeschwindigkeit $C = 3$ Fußen; dafür ist die $^aM = {}^zM = \frac{2}{3} \, . \, 2 \, . \, 3 = 4$ Cubik-

fußen. Ferner sey die Zellenzahl N = 32 und die Umlaufszeit T = 6 Sekunden (bei welcher das Rad in einer Minute 10 Umläufe macht); dabei ist die Wasserladung, die eine Zelle bei diesem Radgange in ihrem Streichen durch den Wasserstrom hindurch erhält, eine Größe

$$\mathfrak{L} = \frac{6 \cdot 4}{32} = \frac{24}{32} = 0{,}75 \text{ Rhnl. Cubikfußen.}$$

§. 14.

Bestimmung der ersten Ausgußzelle (die Schwungkraft des Wassers bei Seite gesetzt), mit Folgerungen.

1.) Man weiß nach dem Bisherigen die Größe einer jeden einzelnen Zellenladung $\mathfrak{L} = \frac{T \cdot {}^{a}M}{N}$ Rhnl. Cubikfußen, und zwar (wir repetiren für Anfänger) auf folgende Weise:

A.) Aus dem ganzen ausgemittelten Gefälle $aa' = \mathfrak{G}$ Fußen hat man den größten Raddurchmesser $A\mathfrak{A} = 2R$ und Radhalbmesser $= CA = C\mathfrak{A} = R$ (§. 2.) gesucht.

B.) Aus dem R und der Radkranzbreite $AB = \mathfrak{A}\mathfrak{B}$ (§. 1.), die z. E. = 1 Fuß ist, weiß man den Theilrißhalbmesser $C\mathfrak{r}' = R^*$ Fußen. (§. 3.)

C.) Aus diesem weiß man die Zellenzahl N (§. 4).

D.) Die mittlere Geschwindigkeit = C Fußen, mit welcher das Wasser bei dem Schlundloche ankommen mag, hat man durch Messung gesucht.

E.) Die innere Gerinnbreite = $\mathfrak{w}$ Fußen, bei welcher das Wasser nach Beobachtungen &c. in einer

mittleren Höhe = $\mathfrak{H}$ Fußen fließen muß, hat man sich gegeben.

F.) Aus C, w und $\mathfrak{H}$ hat man nach §. 12, Nr. 4 die dem Schlundloche in jeder Sekunde zukommende Wasserzuflußmenge $^{z}M = \mathfrak{H} \cdot w \cdot C$ Cubikfußen berechnet.

G.) Für diese hat man dem Schlundloche bei der Annahme, daß dessen Breite auch = w Fußen seyn soll, seine Länge $l = 1{,}19 \cdot \mathfrak{H}$ Fußen gegeben, damit auch die aus diesem Loche herauskommende Wasserausflußmenge $^{a}M = {}^{z}M$ seyn könne. (§. 12, Nr. 5, 6, 7.)

H.) Zu den durch Messungen und Rechnungen gefundenen Größen C und ^{a}M (vor. Nr. C und G) hat man die Secundenzahl T, in welcher das Rad einmal herumkommen soll, angenommen (freilich nicht willkührlich, sondern nach Grundsätzen der Maschinenlehre rücksichtlich der durch das Rad zu betreibenden Maschine ausgewählt.)

I.) Aus diesen dreien Größen N, ^{a}M und T hat man nach §. 13 die Zellenladung

$$\mathfrak{L} = \frac{T \cdot {}^{a}M}{N}$$

Rheinl. Cubikfußen Wasser, die jede einzelne geladene empfangen haben muß, bestimmt.

2.) Es entsteht nun die Frage, „welche von den geladenen Zellen die erste seyn muß, die das Wasser ausfließen lassen würde, falls dieses nicht schon etwas eher durch die Schwungkraft, die es bei der Umdrehung des Rades erhält, in gewissem Grade aus dieser ersten Ausflußzelle herausgeworfen würde.“

Zur Beantwortung dieser Frage dient folgendes:

A.) Wenn die zu dem zweiten Theilrißbogen n′n″

gehörende Schöpfzelle Z anfängt, mit ihrer Vorderschaufel n″o″o*n* den Wasserbogeu o* o‴ des Wasserstromes so* . . . s′ω . . . zu durchstreichen und den ersten Theil ihrer Ladung L, die sie nach den vorliegenden Umständen in sich aufzunehmen vermag, in sich einzuschöpfen, so ist schon eine Schöpfzelle X vor ihr befindlich, welche bereits den ersten Theil ihrer Ladung L empfangen hat, nun mit ihrer Hinterschaufel n″ o″ o* n* (der Vorderschaufel der Z) durch den Wasserbogen o* o‴ hindurch geht, und bis zum Eintreten dieser ihrer n″ o″ o* n* in die Vorderlinie s′ω . . . des Wasserstromes auch noch den zweiten Theil ihrer Ladung L in sich aufnimmt. Während von der den beiden Zellen Z und X gemeinschaftlich zugehörenden Schaufel n″ o″ o* n* der Wasserbogen o* o‴ durchstreichen wird, und die X zu ihrer völligen Wasserladung = L Cubikfußen, die Y aber nur erst zum ersten Theile ihrer L gelangt, verfließt eine gewisse Zeit = t Sekunden. In dieser Zeit t,

„in welcher die schon vorbereitete Wasserladung
„L der Zelle X nach und nach vollendet und die
„Ladung L der Z vorbereitet wird“

muß unten im Rade eine ganze Wasserladung = L Cubikfußen nach und nach ausgegossen werden, wenn ein gleichförmiger Gang des Rades Statt haben soll. Es muß also in eben der Zeit = t Sekunden, in welcher die den Zellen Y und X gemeinschaftliche Schaufel n″ o″ o* n* den Wasserbogen o* o‴ und Theilrißbogen n″ n‴ durchstreicht und eine volle L der X entsteht, die untere erste Ausgußzelle einen (wenigstens beiläufig) eben so großen Theilrißbogen n n durchstreichen und in dieser Zeit = t Sekunden eine ganze Wasserladung ausgießen. — Eine solche untere Zelle aber ist die m n² o, welche über der nach §. 5, Nr. 2. gezogenen Horizontallinie d d liegt, und in der Figur 1. durch 2 bezeichnet ist. Wenn diese in der Zeit t mit ihrem Schei-

tel n^2 den Theilrißbogen $n^2 \ldots n^1$ durchläuft, so schüttet sie Wasser aus und wenn sie in die Stelle n^1 gekommen ist, so kann sie gewiß kein Wasser mehr in sich haben, weil dann dieser Zelle mn^2o Vorderschaufel fast in der Horizontallinie dD liegt und die Zelle auch schon durch die Schwungkraft des Wassers Wassertheilchen ausgeworfen haben muß.

B) Es sei also, wir fordern dieses, die Zelle mn^2o die erste Hauptausgußzelle. — Ueber dem Oberpunkte o der Vorderschaufel dieser Zelle ziehe man eine horizontale Linie ov bis an das Punkt v des Radbodens... $\beta\beta\beta\ldots$ Wenn das Rad ruhig stände, und diese Zelle bis an die Linie ov mit Wasser angefüllt wäre, so würde aus dieser kein Wasser ausfließen können.

C.) Der lothrechte Querschnitt des in dieser Zelle mno oder 2 stehenden Wassers wäre die Fläche ovmno.

D.) Dieser Fläche Seite no ist nach §. 6, Nr. 3 eine genauest bestimmte Größe $=$ dD $=$ b Fußen (bei uns $= 1{,}15$ Fußen.)

E.) Auf dieser errichte man im Punkte n (dem Scheitelpunkte der Zelle 2) ein Perpendikel $nx = p$ Fußen und messe dessen Länge (bei uns ist $nx = 0{,}3$ Fußen.)

F.) Dieses giebt, mit der Hälfte der Basis no oder b Fußen (§. 6, Nr. 3.) multiplizirt, den Quadratinhalt $q = \frac{1}{2} \cdot no \cdot nx = \frac{1}{2} \cdot b \cdot p$ des Dreieckes nox des Wasserquerschnittes ovmno.

Z. B. Bei uns ist $no = b = 1{,}15$ Fußen und $nx = 0{,}3$ Fußen, mithin ist bei uns

$$q = \frac{1}{2} \cdot b \cdot p = \frac{1}{2} \cdot 1{,}15 \cdot 0{,}3$$
$$= \frac{1}{2} \cdot 0{,}345 = 0{,}172 \text{ Quadratfußen.}$$

G.) Zu diesem Dreiecke $q = \frac{1}{2} b \cdot p$ (dem Vordertheile des Wasserquerschnittes ovmno) gehört nun

auch noch der Quadratinhalt des Hintertheiles von ovmno, des Viereckes nmvx, welches gewiß größer ist, als das Dreieck nmx. Setzen wir hier statt des Viereckes bloß das Dreieck, so nehmen wir den Flächenraum ovmno etwas zu klein an, was aber hier zum Vortheile unserer Rechnung dient, und also gestattet ist. — — — Des Dreieckes nmx Grundlinie mn wissen wir genauest, sie ist nach §. 9 eine Größe b′ von 4 Werkzollen oder $\frac{1}{3}$ Fuß = 0,333 Fußen; das aus der Spitze x auf die mn = b′ Fußen heruntergelassene Perpendikel xy = p′ Fußen können wir messen; also ist dieses Dreieckes nmx Quadratinhalt

$$q' = \tfrac{1}{2} \cdot mn \cdot xy = \tfrac{1}{2} \cdot b' \cdot p'$$

Z. E. Bei uns ist b′ = 0,333 und p′ = 0,2 Fußen, folglich q′ = $\frac{1}{2}$. 0,333 . 0,2 = 0,033 . . . Quadratfußen.

H.) Nach dem Bisherigen ist des Wasserquerschnittes ovmno Quadratinhalt q^* noch etwas größer, als die Dreiecksumme (q + q′) = $\frac{1}{2}$ (b . p + b′ . p′) Quadratfußen.

Z. E. Nach Nr. F. war q = 0,172 und nach Nr. G. war q′ = 0,033, folglich ist bei uns (q + q′) = 0,205 Quadratfußen.

J.) Diese Dreiecksumme (q + q′) nehme man für die etwas größere Fläche ovmno oder q^* an, so ist man versichert, daß man für das in der durch 2 bezeichnete Zelle mno befindliche Wasser = 𝔏 Cubikfußen einen etwas kleineren Raum annehme, als der eigentliche Raum ist, den es in dieser Zelle einnimmt, und daß also, wenn das Wasser bei diesem kleineren Raume nicht aus der Zelle herauslaufen kann, dieses auch bei dem größeren Raume, welchen der Querdurchschnitt ovmno zugehört, in der Zelle bleiben müsse.

K.) Nun nehme man diejenige Weite = w Fußen des Gerinnes und Schlundloches (die z. E. bei uns = 2 Fußen gesetzt worden ist) für die man die Wasserausflußmenge aM (§. 12.) und Zellenladung 𝔏 (§. 13.) berechnet hat, und gebe dieser auf jeder Seite einen Weitenzusatz = z (z. E. = $\frac{1}{3}$ Fuß = 0,333 Fußen), so erhält man eine Länge

$$B = w + 2z \text{ Fußen.}$$

Diese nehme für die innere Radbreite B (§. 10.) an. Somit erhält man eine innere Radbreite B, die um 2z Fuße größer ist, als die Breite = w Fußen des aus dem Schlundloche in das Rad einschießenden Wassers. — Eine solche B = w + z + z ist nöthig deswegen, damit

a) das in das Rad einstürzende Wasser von einer jeden der beiden innern Seiten der Radkränze um z Fuße abstehe, und also kein Wasser durch Anströmen an die Radkränze verspritzt werden könne, und damit

b) die in einer Zelle befindliche Luft bei dem Einstürzen des Wassers in diese auf den beiden Kranzseiten der Zelle Platz habe, aus der Zelle fortzugehen, und also das einfallende Wasser nicht durch Luftwiderstand aufwärts gestoßen und dadurch zum Theile verspritzt werden könne.

L.) Die vorerwähnte B = (w + 2z) Fußen multiplicire man mit dem Quadratinhalte (q + q′) des etwas verkleinert angenommenen lothrechten Breitenquerschnittes ovmno der Wasserladung der durch 2 bezeichneten Zelle mno, so erhält man für diese Ladung den körperlichen Inhalt

$$\mathfrak{K} = B \cdot (q + q') = (w + 2z) \cdot \tfrac{1}{2}(b \cdot p + b' \cdot p')$$

Rheinl. Cubikfußen Wasser.

M.) Dieser 𝔎 muß, wenn das Wasser der Zelle 2 nicht überlaufen soll, der Ladung 𝔏 (§. 13.),

welche die Zelle 2, als sie unter dem Strome des Zufluß-wassers vorbeiging, erhielt, gleich seyn, man hat demnach die Gleichung

$$(w + 2z) \cdot \tfrac{1}{2}(b \cdot p + b' \cdot p') = \mathfrak{L} \text{ oder}$$

$$\tfrac{1}{2} w (b \cdot p + b' \cdot p') + z (b \cdot p + b' \cdot p') = \mathfrak{L},$$

woraus $z = \frac{\mathfrak{L} - \frac{1}{2} w \cdot (b \cdot p + b' \cdot p')}{b \cdot p + b' \cdot p'}$ Fußen folgt.

„Man berechne also hieraus den Weitenzusatz z, „den man nach vor. Nr. K. zu der Größe w auf jeder „Seite hinzu setzen muß, wenn man die innere Rad-„breite $B = w + z + z$ bestimmt, so erhält man eine „$B = w + 2z$, welche der Gleichung $\mathfrak{K} = \mathfrak{L}$ ent-„spricht, und bei welcher man (zumal, da man den „Querschnitt o v m n o kleiner angenommen hat, als „er wirklich ist (vor. Nr. J.) versichert seyn kann,

„„daß die Zelle 2 noch die ganze in sich aufge-„„nommene Wasserladung in sich enthalten müßte, „„wenn nicht schon durch die Schwungkraft, die „„das Wasser während der Abwärtsbewegung die-„„ser Zelle von oben herunter bis in die Lage 2 „„erhält, etwas Wasser von der $\mathfrak{L}$ verschleu-„„dert worden wäre, daß aber doch die Zelle 2 „„mit zureichender praktischer Genauigkeit als die „„erste Ausgußzelle, wie es nach Nr. 1. er-„„forderlich ist, angenommen werden dürfe.‟‟

Z. B. Nach unseren vorigen Beispielen war die von einer Zelle aufgenommene Wasserladung $\mathfrak{L}$ = 0,75 Cubikfußen (§. 13, Nr. 3.); ferner war $w = 2$ Fußen angenommen, und $\frac{1}{2}(b \cdot p + b' \cdot p')$ oder $q + q = 0{,}205$ Quadratfußen gefunden worden (vor. Nr. H.); dafür ist die Größe

$$z = \frac{\mathfrak{L} - w \cdot \frac{1}{2} \cdot (b \cdot p + b' \cdot p')}{b \cdot p + b' \cdot p'}$$

$$= \frac{0{,}75 - 2 \cdot 0{,}205}{2 \cdot 0{,}205}$$

$$= \frac{0{,}75 - 0{,}41}{0{,}41} = \frac{0{,}34}{0{,}41} = 0{,}80 \text{ Fußen.}$$

Bemerkungen:

a) Diese $z = 0{,}8$ Fußen, wofür die Praktiker höchstens 0,5 Fußen nehmen, gibt bei uns die innere Radbreite $B = w + 2z = 2 + 2 \cdot 0{,}8 = 2 = 1{,}6$ $= 3{,}6$ Fußen; hiernach würde das Rad, wenn jeder Kranz 2 Dezimalzolle ($= 2 \frac{2}{5}$ Werkzollen) dick wäre, im Ganzen genommen 3 Fuße + 10 Zollen oder 4 Fußen breit.

b) Will man haben, daß die Zelle 2 die Schwungkraft des Wassers bei Seite gesetzt) und nicht schon die Zelle 3 die erste Ausgußzelle seyn soll, findet aber bey dieser Forderung die Z zu groß, so muß man die Zellenladung

$$\mathfrak{L} = \frac{T \cdot {}^{a}M}{N}$$

(§ 13, Nr 3) dadurch vermindern, daß man die Umdrehungszeit $= \tau$ Secunden (die bei uns $= 6$ Sec. war) etwas vermindert, also das Rad etwas geschwinder herumgehen läßt, damit die Zellenladung $\mathfrak{L}$ etwas kleiner werde, wodurch der Minuendus $\mathfrak{L}$ in der Formel für z kleiner wird und also auch der Werth von z kleiner herauskommt.

c) Man nimmt, wie schon erinnert worden ist, in der Praxis für z höchstens 0,5 Fuße an, wir aber haben für z gefunden 0,8 Fuße; es würde eine offenbare Lächerlichkeit seyn, wenn man wegen einer solchen kleinen Differenz von 0,3 Fußen, wodurch das Rad nur um 2 mal 0,3 oder 0,6 Fuße breiter wird, eine Abänderung in der Rechnung machen wollte. Eine Vergrößerung der Radbreite erscheint freilich als nachtheilig,

wenn man erwägt, daß dadurch das Rad schwerer wird, also auch mehr Reibung verursacht und etwas mehr kostet; diese Umstände aber sind höchst unbedeutend gegen den Vortheil, den man durch eine zureichend groß genommene innere Radbreite deswegen erhält, weil dabei erst die Zelle 2 zu einer ersten Ausgußzelle (die Schwungkraft des Wassers bei Seite gesetz — —) wird.

d) Da die Zelle 2 ihr Wasser in ihrem Gange von o o bis D herunter nur allmählich verliert, also das Rad von der obersten geladenen Zelle an nicht bloß bis zu der untern durch 2 bezeichneten Zelle m n o, sondern auch noch etwas unter dieser Zelle mit Wasser beladen seyn muß, so nehmen wir an,

„es finde im Gange des Rades von o o an bis zu D „herunter immer noch eine halbe Zellenladung = ½ L „Cubikfußen Wasser statt.“

§. 15.

Bestimmung der Ladungssumme L^s, die sich im Gange des Rades in seinem wasserhaltigen Bogen ergiebt.

1.) Das Rad sei in seinem Gange mit der Hinterlinie o* n* der Vorderschaufel n″ o″ n* o* der dem zweiten Theilrißbogen n′ n″ zugehörenden zweiten Zelle o′ n′ m m n″ o″ oder 3 in der Linie s o* n*..., in welcher das Schlundloch nach §. 12, Nr. 1. laufen und das Wasser in das Rad einschießen soll, gekommen. Da schießt noch kein Wasser in die zweite Zelle o′ n′ m m n″ o″.

2.) Sobald aber diese Zelle um ein Geringes vorwärts gegangen ist, so wird sie zu einer Wasser-Auffangzelle, und nachdem ihr Schaufelpunkt o* die Bogen o* o″ im Wasserstrome durchschnitten hat, also die Linie n′ o′ ih-

rer Hinterschaufel in die Hinterlinie s o* n* des Wasserstromes eingetreten ist, so bietet die vorwärts gegangene zweite Zelle z ihre ganze Mündung dem Wasserstrome dar. Es hat nun die in die Lage X vorgerückte zweite Zelle Z die Hälfte der ganzen Ladung L, die sie schöpfen kann, in sich aufgenommen.

3.) Im weiteren Vorwärtsgehen dieser Z aus der Lage o* n* m m o‴ n″ oder X in die Lage o‴ n‴ m m o⁗ n⁗ oder Y durchstreicht nun auch ihre Hinterschaufel n′o′, die in der Linie o* n* angekommen war, den Bogen o* o‴, es fließt noch von dem Wasserstrome die zweite Hälfte der Ladung L in die Z ein. Ist diese Hinterschaufel der Z aus der Linie o* n* bis in die äußerste Seite s′ o‴ des Wasserstromes gekommen, so ist die ganze Ladung L der Z, die nun im vierten Theilrißbogen n‴ n⁗ die Lage Y hat vollendet.

4.) Demnach hat diejenige Schöpfzelle, die im vierten Theilrißbogen n‴ n⁗ befindlich ist, eine ganze, die ihr nachgefolgte Schöpfzelle aber, die den dritten Theilrißbogen n″ n‴ einnimmt und ganz mit ihrer Mündung unter Wasser steht, hat nur eine halbe Ladung L in sich und muß erst während ihres weitern Ganges noch die andere Hälfte der L in sich aufnehmen.

5.) Obschon hiernach eine Schöpfzelle, die im dritten Theilrißbogen n″ m‴ befindlich ist, nur erst die Hälfte ihrer Ladung L in sich hat, die sie im Radgange wirklich empfangen muß, so kann man doch rechnen, wie hier folgt: „daß nämlich die im dritten Theilrißbogen „n″ m″ befindliche Schöpfzelle, die, nach der Zeichnung — „ihre ganze Mündung dem Wasserstrome darbietet, schon „ihre ganze Ladung L in sich habe und daß also die vollen Ladungen L von dieser in n″ m‴ gedachten Zelle „o″ n″ m m n‴ o‴ anfangen.“ Und das kann man, wenn man, wie wir thun, die in Nr. d. der dem vorigen Paragraphen beigefügten Bemerkungen erwogene halbe Ladung

$\frac{1}{2}$ 𝔏, welche im Gange des Rades von o o bis zu D^2 herunter angenommen werden darf, unten nicht in Anschlag bringt, sondern sie oben der halben Ladung $\frac{1}{2}$ 𝔏 der Schöpfzelle im dritten Theilrißbogen $n'' m'''$ beirechnet. Was die Einwendung rücksichtlich der Momente dieser Versetzung der halben 𝔏 von unten nach oben hin betrifft, so ist leicht einzusehen, daß dadurch die praktische Sicherheit der Rechnungen befördert werde.

6.) Wir zählen also von der im dritten Theilrißbogen befindlichen und ganz unter dem Wasserstrome stehenden Schöpfzelle an der wir eine ganze Ladung 𝔏 beilegen, aus dem Radrisse heraus abwärts, bis zu der untersten noch ganz geladenen ersten Ausgußzelle 2, die Zahl 𝔑 der ganz geladenen Zellen heraus und setzen die ganze Ladungssumme

$$\mathfrak{L}^s = \mathfrak{N} . \mathfrak{L} = \mathfrak{N} . \frac{T . aM}{N} \text{ Cubikfußen Wasser (§. 13, Nr. 3.)}$$

Z. B. Bei uns ist $\mathfrak{N} = \frac{1}{2} N - 2 - 4 = 16 - 6 = 10$ Zellen und $\mathfrak{L} = 0{,}75$ Cubikfußen (§. 13.) also $\mathfrak{L}^s = 10 . 0{,}75 = 7{,}5$ Cubikfußen Wasser.

§. 16.

Bestimmung der Scheiteltiefe $n^2 r = Ct$, um welche der Scheitel n^2 der ersten Ausgußzelle 2 unter der Horizontallinie Ca liegt.

1.) Von dem niedrigsten Punkte r' des Halbmessers $CBr' = R^*$ Fußen bis zu dem Scheitel n^2 der erste durch 2 bezeichnete Ausgußzelle mno, folgt eine Zahl $\mathfrak{N}'$ von Theilungsbögen $r'n$, nn, nn ꝛc. Von diesen Bögen ist bei der sich festgesetzten Zahl N der Zellen (§. 15) ein jeder $= \frac{360}{N}$ Graden und es enthält folglich der ganze Bogen, welcher von r' bis zu dem Scheitel n^2

der Zelle 2 geht, und den wir durch β° bezeichnen, eine Zahl

$$\beta^\circ = \mathfrak{N}' \cdot \frac{360}{N} \text{ Graden.}$$

Z. B. Bei uns ist N = 32 und $\mathfrak{N}' = 4$, also ist

$$\beta^\circ = 4 \cdot \frac{360}{32} = \tfrac{1}{8} \cdot 360 = 45 \text{ Graden.}$$

2.) Man ziehe aus dem Scheitel n^2 der Zelle 2 auf den lothrechten Halbmesser $C\tau' = R^*$ Fußen das horizontale Perpentikel $n^2 t$, so ergibt sich ein Stück Ct des $C\tau = R^*$, welches $= n^2 v$ ist; es ist aber Ct der Cosinus des Winkels $n^2 Ct$ oder Bogens $= \beta^\circ$ und zwar für den Halbmesser $Cn^2 = R^*$ man hat also

$$n^2 r = Ct = R^* \cdot \text{Cos. } \beta^\circ = R^* \cdot \text{Cos. } \mathfrak{N}' \cdot \frac{360}{N}$$

Z. E. Für $\beta^\circ = 45^\circ$ (vor. Nr. 1) und $R^* = 5$ Fußen, (wie bisher angenommen worden ist) hat man

$$n^2 r = Ct = 5 \cdot \text{Cos. } 45 = 5 \cdot 0{,}7071068$$
$$= 3{,}535 \text{ Fußen.}$$

§. 17.

Bestimmung der Höhe ce = cg, um welche das Mittelpunkt c des zu der Einflußzelle $o'' n'' m m n''' o'''$ gehörenden Theilrißbogens $n'' c n'''$ über der Horizontallinie Ca liegt.

Aus dem Mittelpunkte c des Bogens $n'' n'''$ ziehe man auf dem lothrechten Halbmesser $C\mathfrak{B}\tau = R^*$ Fußen das horizontale Perpendikel cg, so ergibt sich ein Stück Cg des $C\mathfrak{B}\tau = R^*$ Fußen, welches = ce ist; es ist aber dieses Stück Cg der Cosinus des Winkels τCc oder Theilrißbogens $\tau n' + n n'' + n'' c$ (welchen Bogen $\tau n' n'' c$

wir durch b° bezeichnen) und zwar ist dieses für den Halbmesser $Cc = C\mathfrak{B}\tau = R^*$ Fußen, und ferner ist der Bogen $\tau n' + n'n'' + n''c$ oder

$$b^\circ = \frac{360^\circ}{N} + \frac{360^\circ}{N} + \tfrac{1}{2} \cdot \frac{360^\circ}{N} = 2{,}5 \cdot \frac{360^\circ}{N}$$

man hat also

$$ce = Cg = R^* \cdot \text{Cos. } 2{,}5 \cdot \frac{360^\circ}{N}$$

Z. E. Für $N = 32$ ist $2{,}5 \cdot \frac{360^\circ}{N} = 2{,}5 \cdot \frac{360^\circ}{32}$

$$= 2{,}5 \cdot \frac{45}{4} = \frac{112{,}5}{4} = 28{,}125 \text{ Graden}$$

$$= 28 \text{ Graden} + 7{,}5 \text{ Minuten.}$$

Für $R^* = 5$ Fußen ist also

$$ce \text{ oder } Cg = 5 \cdot \text{Cos. } (28^\circ + 7{,}5')$$
$$= 5 \cdot \text{Sin. } (61^\circ + 52{,}5')$$
$$= 5 \cdot 0{,}87692 = 4{,}38460 \text{ Fußen.}$$

§. 18.

Bestimmung der mittlern Höhe $Ct + Cg = tCg = H$ Fußen des mit Wasser beladenen Theilrißbogens cnn^2, welcher von dem Mittelpunkte c des Theilrißbogens $n'' n'''$ der in diesem befindlichen Einflußzelle bis zum Scheitel n^2 der erste durch 2 bezeichneten Ausgußzelle mn^2o herunter geht.

1.) Der mit Wasser versehene Radbogen geht eigentlich um ein gewisses, aber immer schwächer werdendes Stück unter der Scheitel n^2 der ersten Ausgußzelle 2 herunter; wir haben aber (vergl. §. 15, Nr. 5) gerechnet,

es gehe dieser Bogen blos bis zu dem Scheitel n^2 der Zelle 2. Es ist also eigentlich der in §. 16 von uns berechnete *untere* Theil $Ct = n^2 r$ der *ganzen* Höhe $tCg = n^2 r + ce$ des Wasserbogens *etwas zu klein*, dagegen aber ist auch der *obere* Theil ce *etwas zu groß* gerechnet, in Anschlag gebracht.

2.) Wir haben den *oberen* Theil $Cg = ce$ der Höhe tCg des Wasserbogens in §. 17 für das Mittelpunkt c des Theilrißbogens $n'' n'''$ der Einflußzelle $o'' n'' m m n''' o''$, bestimmt. Es ist hier $ce = Cg$ ein *mittlerer* Werth, den man als *zureichend genau* annehmen darf.

Die Einwirkung der Gründe hiervon müssen wir aus Mangel an Raum dem Nachdenken des Lesers überlassen.

3.) Nach Nr. 1 und 2 ist also die Höhe $tCg = tC + Cg = n^2 r + ce$ eine *mittlere* Höhe des Wasserbogens, die nur *beiläufig*, aber doch für die Praxis *zureichend genau* ist. Substituiren wir die in §. 16 und 17 berechneten Werthe von Ct oder $n^2 r$ und von Cg oder ce, so erhalten wir für die *mittlere* Höhe $tCg = Ct + Cg = n^2 r + ce$ folgenden *allgemeinen* Ausdruck:

Es ist (§. 16. und 17.) tCg oder $H = n^2 r + ce$

$$= R^* . \text{Cos.}\, \mathfrak{N}' . \frac{360°}{N} + R^* . \text{Cos.}\, 2{,}5 . \frac{360°}{N}$$

$$= R^* . [\text{Cos.}\, \mathfrak{N}' . \frac{360°}{N} + \text{Cos.}\, 2{,}5 . \frac{360°}{N}] \text{ Fußen.}$$

„Es hängt hiernach die *Wasserbogenhöhe* tCg
„oder H von den Größen R^*, $\mathfrak{N}'$ (§. 16.) und N ab;
„je *größer* R^* ist, desto *größer* wird sie bei einer-
„lei Werth von $\mathfrak{N}'$ und N, welche Größen $\mathfrak{N}'$ und
„N aber selbst von R^* abhängen u. s. w.

Z. E. Für $R^* = 5$ Fußen, $\mathfrak{N}' = 4$ und $N = 32$ war (nach §. 16.) $n^2 r = 3{,}535$ Fußen, und

für R^* = 5 Fußen und N = 32 war (nach §. 17.) ce = 4,384 Fußen, also ist hier

$$tCg \text{ oder } H = n^2 r + ce = 3{,}535 + 4{,}384\ldots = 7{,}919\ldots \text{ oder } 7{,}92 \text{ Fußen.}$$

Bemerkung. Eytelwein giebt in seinem Handbuche der Mechanik und Hydraulik Seite 294 an, „daß man, im Durchschnitte, die Höhe tCg oder „H des wasserhaltigen Bogens = $\frac{5}{6}$ des Durchmes„sers $\tau C \tau' = 2 R^*$ Fußen setzen könne." Hiernach mußte bei uns

$$tCg \text{ oder } H = \tfrac{5}{6} \cdot 2 R^* = \tfrac{5}{6} \cdot 2 \cdot 5 = \tfrac{25}{3} = 8{,}33 \text{ Fußen seyn;}$$

wir haben aber gefunden

tCg oder H = 7,92 Fußen; der Unterschied ist hier = 8,33 — 7,92 = 0,41 Fußen

eine in dergleichen Sachen unbedeutende Größe, woraus offenbar ist, daß, aber freilich nur in unserem Rechnungsbeispiele, eine zureichende Harmonie zwischen unserer Rechnungsweise und der Eytelwein'schen Regel Statt habe.

§. 19.

Zurückführung

des wasserhaltigen, ungleichförmigen und unterbrochenen Radbogens auf einem Wasserbogen $^w\mathfrak{B}$, welcher dem erstern an cubischem Inhalte gleich, aber auch gleichförmig und ununterbrochen ist. (Fig. 1. und 2.)

1.) Die aus $\mathfrak{N}$ Zellenladungen $\mathfrak{L}$ bestehende Ladungssumme $\mathfrak{L}^s$ (§. 15.) bildet in dem von c bis zum Scheitel n^2 der Zelle 2 herunter gerechneten wasserhaltigen Radbogen keinen solchen Wasserbogen, welcher continuir-

lich und gleichförmig von c bis n^2 herunter läuft; man kann aber und muß auch die $\mathfrak{L}^s$ auf einen solchen Bogen zurückführen, und zwar so, daß dieser fingirte Wasserbogen $^w\mathfrak{B}$ bei seinem continuirlichen und gleichförmigen Fortgange sey:

A.) eben so wasserhaltig und also auch eben so schwer, als die Ladungssumme $\mathfrak{L}^s$; daß

B.) dem $^w\mathfrak{B}$ die im §. 18. bestimmte Höhe $tCg = n^2r + ce = H$ Fußen des wasserhaltigen Radbogens zukommt; daß weiter

C.) seine der Radaxe parallel laufende Breite der innern Radbreite B (§. 10 und 14, Nr. 2, k) gleich, also $= (\mathfrak{W} + 23)$ Fußen ist; daß ferner

D.) die eine Hälfte der Dicke D dieses Bogens rechts und die andere Hälfte der D links des von c bis zu n^2 herunter laufenden centrischen Bogens cnn^2 liegt; und daß endlich

E.) dieser Bogen nach dem durch das Punkt c laufenden Radius Cc... und dem durch das Scheitel-Punkt n^2 der Ausgußzelle 2 gezogenen Radius Cn^2... abgeschnitten ist (Fig. 2).

2.) Ein solcher fingirter Wasserbogen $^w\mathfrak{B}$ ist in Fig. 2. dargestellt; daselbst ist $Cn^2 = Cn = C\mathfrak{r} = R^*$ (z. B. = 10) Fußen der Theilrißhalbmesser, ... $\mathfrak{r}cnn^2\mathfrak{r}^1$.... ist der Theilriß, $tCg = n^2r + ce$ ist die Höhe H (§. 18.) des wasserhaltigen Radbogens, und also auch des obgenannten Wasserbogens $^w\mathfrak{B}$; ferner ist darin ih die Dicke = D Fußen des $^w\mathfrak{B}$ und pq und vw sind die nach den Radien Cc und Cn^2 laufenden Endlinien dieses Bogens pqihvw.

3.) Die Zurückführung des wasserhaltigen Rad-Bogens auf einen Bogen $^w\mathfrak{B}$ ist zur Erleichterung der Berechnung des Umdrehungs-Momentes $\mathfrak{M}$ der im

Radbogen befindlichen Wasserladungssumme $\mathfrak{L}^s$ erforderlich, und diese Zurückführung ist folgende:

A.) Die Ausspannungslänge der Hälfte $\tau c n n^2 \tau^1$ des Theilrisses ist eine Größe $L = \frac{1}{2} . 6{,}28 . R^* = 3{,}14$ R^* Fußen.

Z. B. Für Cc oder $R^* = 5$ Fußen hat man
$L = 3{,}14 . 5 = 15{,}70$ Fußen.

B.) Also ist die Länge l eines von den Theilbögen $\tau^1 n = n n$ rc., wenn man dem Theilrisse N und also seiner Hälfte $\frac{1}{2}$ N Zellenbögen giebt eine Größe

$$l = \frac{3{,}14 . R^*}{\frac{1}{2} . N} = \frac{6{,}28 . R^*}{N} \text{ Fußen.}$$

Z. E. Für $R^* = 5$ Fußen und $N = 32$ Zellen ist $\tau^1 n = n n$ oder

$$l = \frac{6{,}28 . 5}{32} = 0{,}981 \text{ Fußen.}$$

C.) Von der Länge $\tau n c n n^2 \tau^1$ oder L (Nr. A) gehet ab:

erstlich, von τ' bis zum Scheitel n^2 der Ausgußzelle 2, die Zahl $\mathfrak{N}'$ von Theilbögen $\tau' n, n n$ rc. und Zellen (§. 16, Nr. 1);

zweitens, von τ bis zu c die Zahl 2,5 von Theilbögen und Zellen, also der Bogen $\tau n + n n' + n' c$ (§. 17 und 18.)

D.) Also geht von der Ausspannungs-Länge $\tau c n n^2 \tau^1$ oder L (Nr, A.) ab:

die Länge $\tau^1 n^2 + \tau c$ oder

$$\mathfrak{N}^1 . l + 2{,}5 . l = \mathfrak{N}^1 + 2{,}5) . l$$

$$= \mathfrak{N}' + 2{,}5) . \frac{6{,}28 . R^*}{N} \text{ Fußen.}$$

E.) Mithin ist die mittlere Ausspannungs-Länge $c n n^2$ des Wasserbogens ${}^w\mathfrak{B}$ eine Größe

$${}^w\mathfrak{B}^l = 3{,}14 . R^* - (\mathfrak{N}' + 2{,}5) . \frac{6{,}28 . R^*}{N} \text{ Fußen.}$$

Z. E. Für $L = 3{,}14 . R^* = 3{,}14 . 5 = 15{,}7$ Fußen (Nr. A.), $\mathfrak{N}' = 4$ Zellen (§. 16, Nr. 1.) $N = 32$ Zellen und $R^* = 5$ Fußen hat man nach der vor. Formel

$$^w\mathfrak{B}^l = 15{,}7 - (4 + 2{,}5) . \frac{6{,}28 . 5}{32}$$

$$= 15{,}7 - 6{,}5 . 0{,}981 \text{ (Nr. B)}$$

$$= 15{,}7 - 6{,}3765 = 9{,}3235 \text{ Fußen.}$$

F.) Zu dieser mittleren Ausspannungslänge $^w\mathfrak{B}^l$ des Wasserbogens $^w\mathfrak{B}$, welcher von c durch n bis zu n^2 herunter gerechnet wurde, (vor. Nr. 1), ist aber bereits gefunden worden, dessen Breite $B = \mathfrak{w} + 2\mathfrak{z}$ (vor. Nr. 1, C); diese mit der Länge $^w\mathfrak{B}^l$ multiplicirt giebt den Quadratinhalt q^{**} der durch den Wasserbogen $^w\mathfrak{B}$ nach dem Theilrißbogen cnn^2 hindurchlaufenden mittlern krummen Durchschnittsfläche; es ist

$$q^{**} = {}^w\mathfrak{B}^l . B = {}^w\mathfrak{B}^l . (\mathfrak{w} + 2\mathfrak{z})$$

(§. 14, Nr. 2, k).

Z. B. Für $^w\mathfrak{B}^l = 9{,}3235$ Fußen (vor. Nr. E) und $B = 3{,}6$ Fußen (§. 14, Nr. 2. Bemerkung a) ist $q^{**} = 9{,}3235 . 3{,}6 = 33{,}5646$ Quadratfußen.

G.) Dieser Inhalt q^{**} mit der nach der Richtung des horizontalen Halbmessers Crn gezogenen Dicke $= D$ Fußen des $^w\mathfrak{B}$, deren eine Hälfte rechts und andere Hälfte links der Stelle n und der centrischen Linie cnn^2 des $^w\mathfrak{B}$ liegen soll (vor. Nr. 1, D) giebt des Bogens $^w\mathfrak{B}$ körperlichen Inhalt; es ist

$$^w\mathfrak{B} = D . q^{**} = D . {}^w\mathfrak{B}^l . (\mathfrak{w} + {}^2\mathfrak{z})$$

Cubikfußen Wasser.

H.) Es soll aber die Masse des Wassers des $^w\mathfrak{B}$ nach vor. Nr. 1, A der Wasserladungssumme $= \mathfrak{L}^s$ Cubikfußen gleich seyn; das giebt für die unbekannte Dicke D die Gleichung

$$wB = Ls - D . wB^1 . (w + {}^2 3)$$

woraus $\frac{Ls}{wB^1 . (w + {}^2 3)} = D$ Fußen folgt.

Z. B. Bei uns ist $Ls = 7{,}5$ Cubikfußen (§. 15, Nr. 3.) und $wB^1 (w + 23)$ oder $q^{**} =$ 33,5646 Quadratfußen (vor. Nr. F.), folglich ist bei uns

$$D = \frac{Ls}{q^{**}} = \frac{7{,}5 \ldots}{33{,}5646} = 0{,}2234 \text{ Fußen.}$$

§. 20.

Bemerkung wegen Fig. 2.

Von n aus haben wir in Fig. 2. auf dem horizontalen Halbmesser Cern $= R^*$ Fußen auf jeder Seite die halbe Dicke $= \frac{1}{2} D = \frac{1}{2} . 0{,}2234 = 0{,}11 \ldots$ Fußen nach unserem Maaßstabe aufgetragen; da ist aber, wegen unseres zu kleinen Maaßstabes, die Dicke $D = n1 + n2$ unseres Wasserbogens wB so klein herausgekommen, daß, wenn man aus c durch 1 und 2 Bögen, welche dem Bogen cnn^2 oder wBc parallel laufen, bis an die Radien Cc, Cn^2., zieht (§. 19, Nr. 1, E), diese einen so schmahlen Bogen wB geben welchem wir die zur deutlichsten Darstellung unserer folgenden Betrachtungen erforderlichen Buchstaben nicht deutlich genug einzeihen können. Deswegen sind wir gemässigt, statt der beiden wirklich giltigen durch 1 und 2 nach dem Maaßstabe gelegten und bis zu Cc... und Cn^2... laufenden Gränzbögen des wB zwei andere Bögen durch die Punkte i und h der Linie Cern.... zu ziehen,

„die eigentlich falsche Bögen sind, uns aber eine Bo-
„genfläche pqihvw (§. 19, Nr. 2) für den Was-
„serbogen gewähren, die breit genug ist zur deut-
„lichen Einziehung der Buchstaben, die in unseren fol-
„genden Betrachtungen erforderlich werden.“

* Dabei ist also wohl zu bemerken, daß die folgenden, für den Bogen p q i h v w angestellten Betrachtungen eigentlich für den schmahlen Bogen ʷB, dessen Dicke D oder n 1 + n 2 = 0,2234 Fußen gefunden worden ist (§. 19, Nr. 3, H.), gültig seyen.

§. 21.

Ueberlegung, welche die Bestimmung des Momentes der Wasserladungssumme L^s und des ʷB betrifft.

1.) Wenn man zur Erleichterung der Bestimmung des Momentes M der Wasserladung L^s (§. 19, Nr. 3.) einen Wasserbogen ʷB = L^s nach den vorigen Lehren aufsucht, so hat dieser ʷB freilich eben so viel Masse und Gewicht, als die Wasserladungssumme L^s des Radbogens, er leistet also in dieser Gewichts-Rücksicht eben das für die Radumdrehung, was die L^s leistet. Dazu aber, daß der ʷB = L^s auch dasselbe Moment M gewähre, welches die Ladung L^s giebt, ist doch nothwendig auch noch erforderlich,

„daß die mittleren Entfernungen der gleichen „nach den Radien des Rades zugeschnittenen „unendlich dünnen Theile der Masse des ʷB von „dem Drehpunkte C des Rades, die alle = Cn = R* „Fußen seyn müssen, mit der mittleren Entfernung „X der einzelnen Zellenladungen L des Radbogens „übereinstimmen.“

2.) Jede Ladung L hat in einer andern Zelle auch eine andere Form ihres lothrechten Durchschnittes, und das Mittelpunkt ihrer Schwere hängt nicht bloß von dieser Durchschnittsform, sondern auch von der Größe der Ladung L ab; deswegen ist es unmöglich, die obgenannte Größe X genauest zu bestimmen; wenn man

sich aber die Mühe giebt, und für verschiedene Räder und Zellenladungen die lothrechten Durchschnitte dieser Ladungen L beiläufig in ihren verschiedenen Formen in die lothrechten Zellendurchschnitte einzeichnet, so wird anschaulich,

„daß man setzen dürfe, es sey beiläufig der „mittlere Abstand X der Mittelpunkte der „Schwere der Zellenladungen L dem Theilrißhalb„messer C e r n = R* Fußen gleich.“

3.) Demnach dürfen wir setzen,

„der ^{w}B stimme mit der Größe L^s nicht bloß rück„sichtlich der Masse und des Gewichtes, sondern „auch darin überein, daß die centrische Linie „c n n² = ^{w}B^l Fußen des ^{w}B von dem Umdre„hungspunkte C des Rades eben so weit abstehe „(nämlich um den Halbmesser C e r n = R* Fu„ßen), als die mittlere Entfernung X der „Schwerpunkte der Ladungen L und also auch der „ganzen Ladungssumme L^s = ^{w}B groß ist, und „es sei also beiläufig das Moment M′ des „^{w}B dem Momente M der L^s gleich.“

§. 22.

Bestimmung des Momentes des Wasserbogens ^{w}B und die Ladungssumme L^s.

1.) Durch die Punkte i und h der Dicke i h = D Fußen des (hier fingirten) Wasserbogens p q i h v w (§. 20.) ziehe man (Fig. 2.) mit dem lothrechten Halbmesser r′r = R* Fußen parallel die lothrechten Linien k l und k l; diese ziehe man zwischen die Horizontallinien g c.... und t n².... , zwischen welchen die Höhe t C g oder n² r + c e = H Fußen (§. 18.) des wasser=

haltigen Bogens (für den wir in §. 20. den Bogen pqihvw angenommen haben) enthalten ist.

2.) Dadurch erhält man ein Parallellogramm klkl. Dieses denke man sich als den lothrechten Durchschnitt einer vierseitigen und rechtwinklichten Wassersäule,

deren Höhe kl = kl = tCg = H Fußen, also der Höhe des Wasserbogens pqihvw gleich ist,

deren Dicke ih = D Fußen mit der nach der Richtung des Halbmessers Cernh gemessenen Dicke ih des Wasserbogens übereinstimmt, und

deren Breite der Breite B = w + 2z Fußen dieses Wasserbogens gleich ist,

die also einen Wasserkörper

K' = H.D.B Fußen in sich faßt.

Z. B. Für H = 7,92 Fußen (§. 18, Nr. 3),
D = 0,2234 Fußen (§. 19, Nr. 3. H.)
B = 3,6 Fußen (§. 14, Nr. 2, Bemerkung a)
ist K' = 7,92 . 0,2234 . 3,6
= 6,399496 Cubikfußen Wasser.

[Der Bogen pqihvw oder ^{w}B = L^s enthält für die Größen H, D, B eine Wasserladung L^s = 7,5 Cubikfußen (§. 15, Nr. 5.), woraus sich der Unterschied zwischen ^{w}B und K' abnehmen läßt.]

3.) Von dieser lothrechten Wassersäule

K' = H.D.B

Cubikfußen Wasser, deren lothrechter Axendurchschnitt die Figur klkl ist und die mit ihrer Axe aa' in dem Endpunkte n des horizontalen mechanischen Radhalbmessers Cern = R* Fußen, und also an diesem

rechtwinklicht und lothrecht abwärts für die Radumdrehung wirksam ist, läßt sich erweisen, „daß ihr Umdrehungsmoment M'' dem Momente M' des fingirten Wasserbogens wB, mithin auch dem Momente „M der Wasserladungssumme Ls des Rades (§. 21, „Nr. 3.) gleich sey."

4.) Es folgt nun dieser Beweis:

A.) In der centrischen Linie c n n² des Wasserbogens wB nehme man einen äußerst kleinen Bogen x y an, und ziehe aus dem Radmittelpunkte C durch die Punkte x und y die Radien C x x' und C y y', wodurch man eine Figur x' y' y'' x'' erhält. Nach dieser denke man sich den Bogen wB so durchschnitten, daß die Schnittflächen in x' x'' und y' y'' durch die Bogenfläche p q i h v w winkelrecht gehen; durch diese Flächen wird aus dem Wasserbogen wB eine keilförmige Wasserschicht x' y' x'' y'' herausgeschnitten.

B.) Aus x und y ziehe man ferner die horizontalen Linien x u und y z durch die lothrechte Wasser-Säule k l k l und denke sich nach diesen Linien zwei horizontale Schnittflächen u u' und z z' durch die Säule hindurch gelegt; dadurch wird aus der Säule eine horizontale winkelrechte Wasserschicht u u' z z' herausgeschnitten, welche zu der Wasserschicht x' y' x'' y'' des wB (Nr. A.) gehört.

C.) Man denke sich den ganzen Bogen p q i h v w und die ganze Säule k l k l in solche zusammengehörende äußerst dünne Wasserschichten eingetheilt.

D.) Nun lasse man aus dem Punkte x ein Perpendikel x d auf den horizontalen Radhalbmesser C e r n = R* Fußen herunter, und verlängere z y bis in das Punkt b des x d. Man hat hier die beiden bei b und d rechtwinklichten Dreiecke x b y und C d x, worin der Winkel y x b = x C d ist, wie aus Folgendem erhellet: Der Bogen x y ist äußerst kurz, und fällt in die Richtung seiner Tan-

gente x h; diese aber bildet mit der Linie C h ein bei x rechtwinklichtes Dreieck C x h, auf dessen Hypotenuse C h aus x = 90° das Perpendikel x d heruntergelassen ist, und wornach, laut der Geometrie, der Winkel x C h oder x C d dem Winkel h x d oder y x b gleich seyn muß.

E.) Es stimmen also die beiden Dreiecke x b y und C d x in den rechten Winkeln bei b und d, und in den spitzigen Winkeln y x b und x C d überein, und es ist mithin das $\triangle$ x b y $\backsim$ $\triangle$ C d x.

F.) Folglich findet zwischen dem Linien-Paare x y und x b, welches den Winkel bei x einschließt, und dem Linien-Paare x C und C d, welches den Winkel bei C in sich faßt, die Proportion

$$xy : xb = xC : Cd$$

Statt, welche die Produktgleichung

$$Cd \,.\, xy = xC \,.\, xb$$

giebt. Weil aber x C = C e r n = R* Fußen und x b = uz ist, so hat man auch

$$Cd \,.\, xy = R^* \,.\, uz \quad (\dagger 2)$$

G.) Es ist ferner:

a) das statische Moment der äußerst dünnen Wasserbogenschicht x′ y′ x″ y″ (Nr. A.) so zu bestimmen:

Der Quadratinhalt der Fläche x′ y′ x″ y″ ist bei der Basis y′ y″ und der mittleren Höhe x y derselben = x y . y′ y″ und der cubische Inhalt der Wasserschicht x′ y′ x″ y″ ist bei der nach der innern Radbreite B = (w + 23) Fußen gemessenen Länge = B derselben

$$= xy \,.\, y'y'' \,.\, B \text{ Cubikfußen.}$$

Die Entfernung dieser Schicht von dem Dreh-

punkte C den Rades ist = Cd, mithin ist der Wasserschicht $x'y'x''y''$ statisches Moment

$$\mu = Cd \,.\, xy \,.\, y'y'' \,.\, B$$

Cubikfußen Wasser. Weiter ist

b) das statische Moment der äußerst dünnen Wassersäulenschicht $uzz'u'$ so zu bestimmen: Die Basis dieser Schicht ist $= zz'$ ($= ih = D$ Fußen); die Höhe derselben ist $= uz = xb$, also ist der Quadratinhalt der Fläche $uzz'u' = zz' \,.\, xb$ und der cubische Inhalt der Wassersäulenschicht $uzz'u'$ ist bei der nach der innern Radbreite B gemessenen Länge = B dieser Schicht

$$= zz \,.\, xb \,.\, B \text{ Cubikfußen.}$$

Die Entfernung dieser Schicht von dem Drehpunkte C des Rades ist $= Cern = R^*$ Fußen mithin ist der Wassersäulenschicht $uzz'z''$ statisches Moment

$$\mu' = R^* \,.\, zz' \,.\, xb \,.\, B \text{ Cubikfußen.}$$

H.) Sollten die Momente μ und μ' der beiden zusammengehörenden Wasserquerschnitte einander gleich seyn, so müßte (nach vor. Nr. G, a und b) die Gleichung

$$Cd \,.\, xy \,.\, y'y'' \,.\, B = R^* \,.\, zz \,.\, xb \,.\, B$$

also auch die Gleichung

$$Cd \,.\, xy \,.\, y'y'' = R^* \,.\, zz' \,.\, xb$$

Statt haben. Ferner müßte auch, weil $y'y'' = ih = zz'$ ist, die Gleichung

$$Cd \,.\, xy = R^* \,.\, xb = R^* \,.\, uz$$

Statt finden.

J.) Diese Gleichung aber findet nach dem in vor. Nr. F. erhaltenen Resultate (†2) wirklich Statt, also ist wirklich die Momentgleichung

$$\mu = \mu'$$

vollkommen gültig.

K.) Weil die statischen Momente μ und μ' für die beiden zusammengehörenden Wasserschichten x′y′ x″y″ und uzz′u′ einander gleich seyn müssen, und diese Gleichheit auf dieselbe Weise, wie bisher geschehen ist, von jeden zweien im Wasserbogen pqihvw oder ʷB und in der Wassersäule kl kl zusammengehörenden Schichten erwiesen werden kann, so ist hiermit Folgendes offenbar: „Die Wasserladung ʷB des gleichförmigen „Wasserbogens ʷB, welche der unterbrochenen ꝛc. „ganzen Ladungssumme Lˢ des Rades gleich ist, und „auch ein dem Momente M der Lˢ beiläufig gleiches „Moment M′ geben muß (§. 21, Nr. 3.), giebt ein Umdrehungsmoment M′, welches demjenigen Momente „M″ gleich ist, was sich ergiebt,

„„wenn man sich am Ende n des horizontalen „„mechanischen Radhalbmessers Cern = R* Fußen eine lothrechte Wassersäule kl kl aufgehängt denkt, deren Axe oder Mittellinie aa′ „„durch das Ende n des Cern läuft, deren Höhe „„aa′ = kl – kl der lothrechten Höhe tCg = H „„des wasserhaltigen Bogens pqihvw = ʷB „„(= Lˢ), dessen Dicke = ih = D Fußen (§. 19, „„Nr. 3, H.) und Breite B = (w + 2z) Fußen „„(§. 14, Nr. 2, K.) gefunden wurde, gleich ist.““

5.) Der körperliche Inhalt dieser Wassersäule kl kl ist eine Größe

$$K' = H \,.\, D \,.\, B,$$

worin D von Lˢ ꝛc. abhängt (§. 19, Nr. 3.), Cubikfußen (vergl. Nr. 2). In diesem Ausdrucke ist ferner das Produkt D . B = ih . (w + 2z) der Quadratinhalt = Q Quadratfußen des durch ih laufenden horizontalen Querschnittes der Säule kl kl und des Bogens pqihvw oder ʷB, und man kann also auch

$$K' = H \,.\, Q$$

Cubikfußen setzen.

6.) Will man K' im Gewicht haben, so setze man, daß 1 Cubikfuß Wasser γ Pfunde wiege, und daß also Gewicht des K' eine Größe

$$\mathfrak{P} = H . \mathfrak{Q} . \gamma = K' . \gamma$$

Pfunden seyn müsse.

Z. B. Nach vor. Nr. 2. war K' = 6,399496 Cubikfußen Wasser, wofür wir beiläufig 6.4 Cubikfuße setzen; nehmen wir nun Rheinl. Fuße an, und setzen, daß für einen solchen Cubikfuß das Gewicht γ = 66 Berliner oder Cöllnischen Pfunden sey, so ist hier das Wassersäulengewicht

$$\mathfrak{P} = K' . \nu = 6{,}4 . 66 = 422{,}4$$

Berl. Pfunden.

„Es wirkt demnach die Wasserladungssumme $\mathfrak{L}^s$ „in unserm Beispielsrade gerade so, als wenn in „jedem Augenblicke am Ende n des horizonta„len Halbmessers Cern = R* Fußen Rheinl. „eine Wassermasse K' = 6,4 Rheinl. Cubik„fußen = 422,4 Berl. Pfunden von n gegen a' „hin lothrecht abwärts zöge.“

7.) Nach vor. Nr. 4, K. ist das Umdrehungs-Moment $\mathfrak{M}$ der Wasserladungssumme $\mathfrak{L}^s$ beiläufig dem Momente $\mathfrak{M}'$ des Wasserbogens pqihvw oder w$\mathfrak{B}$ gleich (§. 21, Nr. 4.), dieses $\mathfrak{M}'$ aber ist genauest dem Momente $\mathfrak{M}''$ der Wassersäule klkl = K' Cubikfußen Wasser = $\mathfrak{P}$ Pfunden gleich, also ist beiläufig das Moment $\mathfrak{M}''$ der Säule dem Momente $\mathfrak{M}$ der Ladung $\mathfrak{L}^s$ gleich. Es ist aber nach dem Vorherigen (Nr. 4.) zu setzen:

„daß $\mathfrak{M}''$ = R*. K' Cubikfußen = R*. $\mathfrak{P}$ Pfun„den sey“;

demnach ist das statische Moment der Wasserladungs-

Summe L_s beiläufig, aber genau genug für die Praxis, eine Größe

$$\mathfrak{M} = \mathfrak{M}'' = R^*.\mathfrak{K}' = R^*.H.D.B$$
$$= R^*.H.\mathfrak{Q} \text{ Cubikfußen Wasser,}$$
$$= R^*.\mathfrak{P} = R^*.\mathfrak{K}'.\gamma \text{ Pfunden.}$$

Z. B. In unseren Beispielen ist $R^* = 5$ Rheinl. Fußen, $\mathfrak{K}' = 6{,}4$ Rheinl. Cubik-Fußen, und $\mathfrak{P} = 422{,}4$ Berl. Pfunden; also ist bei uns beiläufig der Ladungssumme L_s Moment

$$\mathfrak{M} = 5.6{,}4 = 32{,}0 \text{ Rheinl. Cubikfußen}$$
$$= 5.422{,}4 = 2112{,}0 \text{ Berl. Pfunden}$$
$$= 21 \text{ Cent.} + 12 \text{ Pfunden.}$$

§. 23.

Ueber den Stoß,

welchen das in die Zellen einfließende und die Ladungen $\mathfrak{L}$ (§. 13, Nr. 2.) gebende Wasser, und über das Moment desselben.

Vorbemerkung.

Diese Materie kann nicht ganz mathematisch genau entwickelt werden. Deswegen haben die Hydrauliker den Stoß oder hydraulischen Druck, welchen das mit einer gewissen Geschwindigkeit = C' Fußen in die Zellen des Rades einstürzende Wasser gegen dieses ausübt und dadurch das schon durch das Gewicht der Wasserladung L_s erzeugte Umdrehungsbestreben desselben noch bedeutend vergrößert, entweder gar nicht, oder auf eine unerwiesene Art, oder ganz falsch in Rechnung gebracht. Wir wollen nun nach unseren Kräften und Einsichten die Berechnung dieses Stoßes so, daß sie mit zureichender Genauigkeit als praktisch zulänglich anerkannt werden darf, versuchen. (Tab. I, Fig. I.)

1.) Die Vorderschaufel $n'' o'' o^* n^*$ der ersten zu dem zweiten Theilrißbogen $n' n''$ gehörenden Schöpfzelle Z, welche Schaufel in der Hinterlinie $s o^*$ des Wasserstromes $s o^* \ldots s \omega \ldots$ befindlich ist, rückt in einer gewissen Zeit = t Sekunden durch den Wasserbogen $o^* o'''$ hindurch und es nimmt in dieser Zeit die erste Schöpfzelle Z die erste Hälfte der ganzen Ladung = L Cubikfußen Wasser, die sie im Gange des Rades empfangen kann (§. 13.) in sich auf. Die der Z vorausgegangene zu dem dritten Theilrißbogen $n'' n'''$ gehörende Schöpfzelle X hat bereits schon in einer der vorgenannten t vorausgegangenen Zeit = t die erste Hälfte ihrer L in sich genommen, geht nun auch noch mit ihrer Hinterschaufel $n'' o'' o^* n^*$ (der Vorderschaufel der Z) durch den Wasserbogen $o^* o'''$ hindurch und schöpft die zweite Hälfte der ihr zugehörenden Ladung L in sich ein.

2.) Während die Z die erste und die X die zweite Hälfte ihrer L empfängt, wird von dem Punkte n'' der Vorderschaufel der Z der Theilrißbogen $n'' n'''$ und auch von demselben Punkte n'' der Hinterschaufel der X derselbe Bogen $n,' n'''$ durchlaufen, und zwar in der Zeit = t Sekunden. In derselben Zeit t also, in welcher von der den beiden Zellen Z und X zugehörenden gemeinschaftlichen Schaufel $n'' o'' o^* n^*$ der Wasserbogen $o^* n'''$ und Theilrißbogen $n'' n'''$ durchstrichen wird und die Z ihre erste, die X aber ihre zweite halbe Wasserladung = $\frac{1}{2}$ L Cubikfußen empfängt, fällt eine Wassermasse = $\frac{1}{2}$ L + $\frac{1}{2}$ L = L in das Rad ein und zwar mit gewissen Geschwindigkeiten c ihrer Theilchen T, welche c theils gleich, theils verschieden sind.

3.) Die c eines Theilchens T der L hängt, es sei das Theilchen T während seines Einfallens in das Rad hin und hergetrieben worden, wie man wolle, noth=

wendig von seiner lothrechten Fallhöhe $= h$ Fußen ab, die es durchlaufen mußte, um auf den bloßen oder schon von Wasser bedeckten Radboden nieder zu kommen; wie viele Elemente aber diese Fallhöhe h enthält, eben so viele ganze Einwirkungen der Schwerkraft sind dem T zum lothrechten Niederfallen auf das Rad geblieben und es ist seine $c = 2 \sqrt{gh} = 2 \sqrt{15{,}625} . \sqrt{h} = 7{,}9 \sqrt{h}$ Rheinl. Fußen.

4.) Diese c ist das Bewegungsbestreben des T, mit welchem es im Augenblicke seines Auffallens auf das Rad lothrecht abwärts auf dieses einwirkt, nach diesem Augenblicke aber nur noch durch sein Gewicht $= g$ Pfunden lothrecht abwärts gegen das Rad preßt.

Man nehme unter den offenbar nicht sehr verschiedenen Fallhöhen h, um welche die Theilchen T der Ladungen $\frac{1}{2}$ L und $\frac{1}{2}$ L, die in der Zeit t in das Rad einfallen, eine mittlere Fallhöhe $= H^*$ Fußen an und setze, daß die Theilchen T der $\frac{1}{2}$ L und $\frac{1}{2}$ L mit einer der H^* zugehörenden mittleren Geschwindigkeit ${}^mC = 7{,}9 . \sqrt{H^*}$ Rheinl. Fußen auf den Radboden oder das Wasser der Zellen Z und X auffallen. Da hiernach ein jedes der Theilchen T der Massen $\frac{1}{2}$ L und $\frac{1}{2}$ L bei seinem Auffallen auf das Rad im Augenblicke des Auffallens ein lothrechtes mittleres Bewegungsbestreben, in einer Sekunde sich durch einen lothrecht abwärts gehenden Weg ${}^mC = 7{,}9 . \sqrt{H^*}$ Rheinl. Fußen hindurch zu bewegen, äußert und dadurch, weil ja der Radbodentheil der Zellen Z und X diesem Bestreben reagirt, die Umdrehung des Rades befördert wird, so muß die ganze Summe $=$ $\frac{1}{2}$ L $+$ $\frac{1}{2}$ L) der Theilchen T der in der Zeit t in das Rad einfallenden Wassermassen $\frac{1}{2}$ L und $\frac{1}{2}$ L ein von der mittleren H^* und ${}^mC$ herkommendes mittleres Bewegungsbestreben, welchem das Rad reagirt und welches wir den lothrechten hydraulischen Druck oder

Stoß der Wassermasse = ($\frac{1}{2}$ L + $\frac{1}{2}$ L) Cubikfußen nennen, erzeugen, welches eine Größe

$$^{h}D = (\tfrac{1}{2}\,L + \tfrac{1}{2}\,L) \text{ mal } {}^{m}C = L \,.\, 7{,}9 \sqrt{H^*} = 7{,}9 \,.\, L \sqrt{H^*}$$

Cubikfußen ist. Denn wenn ein Theilchen T die Einheit der in das Rad einfallenden und dieses lothrecht abwärts stoßenden Wassermasse = ($\frac{1}{2}$ L + $\frac{1}{2}$ L) Cubikfußen ist und eine solche Einheit T das mittlere Bewegungsbestreben $^{m}C = 7{,}9 \,.\, \sqrt{H^*}$ Fußen gegen das Rad äußert, so muß, wenn die Masse ($\frac{1}{2}$ L + $\frac{1}{2}$ L) eine Zahl N solcher Einheiten T enthält, also die ($\frac{1}{2}$ L + $\frac{1}{2}$ L) = N . T Cubikfußen Wasser ist, das von der ganzen Summe N . T der Theilchen der Masse L herkommende mittlere Bewegungsbestreben eine Größe

$$^{h}D = N \,.\, T \,.\, {}^{m}C = L \,.\, {}^{m}C = L \,.\, 7{,}9 \,.\, \sqrt{H^*}$$
$$= 7{,}9 \,.\, L \sqrt{H^*} \text{ Cubikfußen Wasser}$$

seyn.

5.) Die erste Ladungshälfte = $\frac{1}{2}$ L der Schöpfzelle Z und die zweite Ladungshälfte = $\frac{1}{2}$ L der Schöpfzelle X fängt am Anfange der Zeit = t Secunden an, in welcher der Wasserbogen $o^* o'''$ und Theilrißbogen $n'' m'''$ von der den beiden Zellen Z und X gemeinschaftlichen Zelle $n''\, o''\, o^*\, n^*$ durchstrichen wird, und erst am Ende dieser Zeit t ist jede der beiden Größen $\frac{1}{2}$ L und $\frac{1}{2}$ L vollständig vorhanden. Also, im Augenblicke des Anfanges der Zeit t ist eine jede der beiden Ladungen $\frac{1}{2}$ L und $\frac{1}{2}$ L der Zellen (Z und X) nach = o und erst im Augenblicke des Endes der Zeit t ist eine jede der beiden Ladungen $\frac{1}{2}$ L und $\frac{1}{2}$ L der Zellen Z und X vollständig geworden. Demnach darf man, im Mittel genommen, setzen, daß während des Verlaufes der Zeit t stets fort nur auf das Rad mit einer mittleren $^{m}C = 7{,}9 \,.\, \sqrt{H^*}$ eine Wassermaße stoße, die = $\frac{1}{2}$ [$\frac{1}{2}$ L + $\frac{1}{2}$ L] = $\frac{1}{2}$ L ist, daß also das in das Rad einfallende und dieses pressende Wasser

stets fort einem mittleren hydrostatischen Druck oder Stoß ausübe, welcher eine mittlere Größe

$$^{mh}D = \frac{1}{2} \cdot {}^{h}D = \frac{1}{2} \cdot 7{,}9 \cdot \mathfrak{L} \cdot \sqrt{H^*}$$

Cubikfußen Wasser ist.

6.) Dieser mittlere Stoß = ^{mh}D Cubikfußen Wasser ist der ganzen Wasserladungssumme $\mathfrak{L}^s$ (§. 15 die, nachdem der Beharrungsstand der Bewegung des Rades eingetreten ist, in jedem Augenblicke durch ihr Gewicht für die Umdrehung des Rades wirksam ist, noch beizufügen, als ein Zusatz der das Rad in Bewegung setzenden Kraft des Zuflußwassers.

7.) Zur Bestimmung des ^{mh}D aber gehört die Bestimmung der vorhinerwähnten mittleren Fallhöhe H^* der Theilchen $\mathfrak{T}$ des Einfallswassers. Diese kann man beiläufig annehmen in der Mitte c des Theilrißbogens $n''m'''$, welcher von der den beiden Schäpfzellen $\mathfrak{Z}$ und $\mathfrak{X}$ gemeinschaftlichen Schaufel $n''o''o^*n^*$ in der Zeit t, in welcher die $\mathfrak{Z}$ ihre erste Ladung $\frac{1}{2}$ $\mathfrak{L}$ und die $\mathfrak{X}$ ihre zweite $\frac{1}{2}$ $\mathfrak{L}$ erhält, durchstrichen wird. Von diesem Punkte c ziehe man aufwärts auf die horizontale Mittellinie $m m' m'' \ldots$ der Höhe $\mathfrak{h}\mathfrak{h}' = \mathfrak{H}$ Fußen des Wassers, welches im Gerinne g g nach dem Wasserpfeile $\mathfrak{P}$m vorwärts fließt und, wenn das Schlundloch s s offen ist, in das Rad einstürzt, eine lothrechte Linie c m''. Diese ist beiläufig die mittlere Höhe h^*, um welche die Wassertheilchen $\mathfrak{T}$ der Wassermasse $\frac{1}{2}$ $\mathfrak{L}$ und $\frac{1}{2}$ $\mathfrak{L}$ von der Mittellinie $m m' \ldots$ der Höhe $\mathfrak{G}$ des Gerinnwassers in das Rad herunterstürzen und dadurch eine gewisse mittlere Geschwindigkeit c^* erhalten. — Es kommt aber das Wasser in der m m' über dem Anfange s des Schlundloches s s' schon mit einer Geschwindigkeit, deren mittlerer Werth = C Fußen gemessen seyn muß, an, welcher C die Fallhöhe

$$\frac{C^2}{4 \cdot g} = \frac{C^2}{4 \cdot 15{,}625} = 0{,}016 \cdot C^2$$

Rheinl. Fußen zugehört. Diese Größe $= 0{,}016 \,.\, C^2$ Fußen muß noch zu der aus dem Radrisse herausgemessenen lothrechten mittleren $c\,m'' = h^*$ Fußen addirt werden, wodurch man für jedes $\mathfrak{T}$ die ganze mittlere Fallhöhe

$$H^* = c\,m'' + 0{,}016 \,.\, C^2 = (h^* + 0{,}016 \,.\, C^2)$$

Rheinl. Fußen erhält.

8.) Demnach ist der am Ende der Nr. 5. angegebene mittlere hydraulische Druck oder Stoß

$$^{m\,h}D = \tfrac{1}{2} \,.\, 7{,}9 \,.\, \mathfrak{L} \,.\, \sqrt{H^*} = \tfrac{1}{2} \,.\, 7{,}9 \,.\, \mathfrak{L} \,.\, \sqrt{[c\,m'' + 0{,}016 \,.\, C^2]}$$ Rhnl. Fußen.

9.) Dieser Stoß hängt freilich von der Umdrehungs-Geschwindigkeit v des Rades ab, nämlich rücksichtlich der Ladungssumme $\mathfrak{L}$, denn je größer die v ist, je kleiner also die Zeit ist, in welcher die Schöpfzellen unter dem Wasserstrome $s\,o^* \ldots s'\,\omega$ verweilen, desto kleiner ist der in der Formel für $^{m\,h}D$ befindliche Faktor $\mathfrak{L}$; es ist aber nach unserer bisherigen Deduction des Werthes von $^{m\,h}D$ die Abhängigkeit desselben von der Radgeschwindigkeit v eine ganz andere, als jene, die man in Eytelweins Handbuch der Mechanik 2c. und Hydraulik, Seite 249 2c. findet, wo angenommen ist, daß bei den oberschlächtigen Wasserrädern ein Wasserstoß Statt finde, den man gerade so zu berechnen habe, wie jenen, welcher bei unterschlächtigen Wasserrädern Statt findet, was auf gar keine Weise begründbar ist.

10.) Nun aber muß auch noch das Moment $\mathfrak{M}^*$ des Stoßes $^{m\,h}D$ angegeben werden.

A.) Der in der Stelle C des bereits im Rade über dem Bodentheile $m\,m'\,m$ befindlichen Wassers angenommene beständige und lothrechte $^{m\,h}D$ pflanzt sich in der lothrechten Linie $c\,m'$ auf die Radbodenstelle m', fort, und es wird das Rad in dieser Stelle m' von dem $^{m\,h}D$

lothrecht abwärts gepreßt, und zur Umdrehung angetrieben. Man ziehe in diese Stelle m′ einen Hebelarm Cm′ = R′ Fußen, so würkt an diesem in m′ die Kraft = mhD Cubikfußen Wasser lothrecht abwärts in der Richtungslinie me′ unter dem Winkel Cm′e und es ist, weil Cea horizontal ist, Ce die Entfernung = E Fußen der Richtungslinie m′e des Wirkens der in m′ gedachten Kraft mhD von der Umdrehungsstelle C des Hebels Cm′ = R′ Fußen. Demnach ist das Umdrehungsmoment der Kraft mhD eine Größe

$$M^* = Ce \,.\, mhD = E \,.\, mhD$$

Cubikfußen Wasser.

B.) Es wird bekanntlich dieses Moment nicht verändert, wenn man die Kraft mhD in einer andern Stelle ihrer lothrechten Wirkungslinie cm... an der um die Axe in c sich drehenden Ebene angebracht denkt; wir wollen daher, damit wir den mechanischen Halbmesser Cc = R* Fußen in Rechnung bringen, annehmen, es sey in dieser Ebene die Kraft, mhD in der Stelle c ihrer Richtungslinie cm′... angebracht. In diese Stelle ziehe man den Hebelarm Cc = R* Fußen (der länger ist, als der Cm′ = R′ Fußen,) so wirkt die Kraft mhD in der Stelle cc ihrer Richtungslinie cm... unter einem Winkel Cce (welcher kleiner ist, als der Winkel Cm′e.)

Für den Halbmesser Cc = R* Fußen und den Winkel Cce ist die Entfernung Ce der Richtungs-Linie cm′e des Wirkens der Kraft mhD eine Größe

$$Ce = R^* \,.\, \text{Sin}\; Cce \text{ Fußen.}$$

Es ist aber der Maßbogen τn′n″c des dem Winkel Cce gleichen Centriwinkels $cC\tau = 2{,}5 \,.\, \frac{360^\circ}{N} = \frac{900^\circ}{N}$; folglich ist

$$Ce = R^* \,.\, \text{Sin}\; \frac{900^\circ}{N} \text{ Fußen.}$$

Demnach hat man der Kraft ^{mh}D Moment

$$\mathfrak{M}^* = {}^{mh}D \,.\, Ce = {}^{mh}D \,.\, R^* \,.\, \text{Sin}\, \frac{900^\circ}{N}$$

$$= \tfrac{1}{2} \,.\, 7{,}9 \,.\, \mathfrak{L} \,.\, \sqrt{[cm'' + 0{,}016\, C^2]} \times R^* \,.\, \text{Sin}\, \frac{900^\circ}{N}$$

Cubikfußen Wasser.

C.) Beispiel:

a) Nach unseren bisherigen Beispielen ist $\mathfrak{L} = 0{,}75$ Cubikfußen Wasser (§. 13, Nr. 3.), $C = 3$ Fußen (daselbst)., also $0{,}016 \,.\, C^2 = 0{,}016 \,.\, 9 = 0{,}144$ Fußen, und die Messung der cm'' giebt beiläufig 2,35 Fuße. Also ist $\frac{1}{2}\, 7{,}9 \,.\, \mathfrak{L} \,.\, \sqrt{(cm'' + 0{,}016 \,.\, C^2)}$ oder $^{mh}D = 3{,}95 \,.\, 0{,}75 \,.\, \sqrt{(2{,}35 + 0{,}144)} = 2{,}9625 \,.\, 1{,}579 = 4{,}677785$ Cubikfußen Wasser, wofür wir nur 4,677 setzen wollen. [Nach Nr. 2. im §. 5. war der körperliche Inhalt K' der dort genannten Wassersäule = 6,399 ... Cubikfußen; diese wirkt am Ende n des horizontalen mechanischen Halbmessers Cern = R^* Fußen (Fig. 2.), da hingegen $^{mh}D = 4{,}677$ Cubikfußen Wasser in der Entfernung Ce von dem Drehpunkte C des Rades wirksam ist.]

b) Für die Zellenzahl $N = 32$ ist $\frac{900^\circ}{N} = \frac{900}{32}$ 28,125 Graden = $28^\circ + 7\frac{1}{2}$ Minuten; also ist für $R^* = 5$ Fußen die Entfernung

$$Ce \text{ oder } R^* \,.\, \text{Sin}\, \frac{900^\circ}{N} = 5 \,.\, \text{Sin}\, (28^\circ + 7\tfrac{1}{2}')$$
$$= 5 \,.\, 0{,}47139 = 2{,}3569 \text{ oder } = 2{,}357 \text{ Fußen.}$$

c) Nach Nr. a und b ist das Moment $\mathfrak{M}^*$ oder $^{mh}D \,.\, Ce = 4{,}677 \,.\, 2{,}357 = 10{,}9236\ldots$ Cubikfußen Wasser, wofür wir nur 10,9 Cubikfußen in Rechnung bringen. (Das Moment $\mathfrak{M}$ der $\mathfrak{L}^s$ war (in §. 22, Nr. 7.) = 32 Cubikfußen Wasser gefunden worden.)

§. 24.

Von der durch Gewicht und Stoß des Triebwassers bewirkten Umdrehungskraft $\mathfrak{K}^*$ des Rades, welche am Ende n des horizontalen mechanischen Halbmessers Cern des Rades lothrecht abwärts zieht.

1.) Nach §. 22, Nr. 5. wirkt am Ende n des Cern = R* Fußen durch ihr Gewicht eine Wassersäule fIkl (Fig. 2.), deren cubischer Inhalt

$$\mathfrak{K}' = H \,.\, D \,.\, B$$

Cubikfußen ist, lothrecht abwärts für die Radumdrehung.

2.) Nach §. 23, Nr. 8 ꝛc. wirkt in der Stelle e des horizontalen Halbmessers Cern oder R* eine Wasserstoßkraft = ^{mh}D Cubikfußen lothrecht abwärts. Diese giebt, auf das Ende des Cern reducirt, wo die Größe $\mathfrak{K}'$ wirksam ist, eine Reductionskraft

$$\mathfrak{K}'' = \frac{^{mh}D \,.\, Ce}{R^*} = \frac{\mathfrak{M}^*}{R^*}$$

Cubikfußen Wasser.

3.) Demnach ist die ganze am Ende n des horizontalen mechanischen Halbmessers Cern oder R* lothrecht abwärtstreibende, vom Gewichte und Stoße des Wassers herkommende Kraftsumme eine Größe

$$\mathfrak{K}^* = \mathfrak{K}' + \mathfrak{K}'' = H \,.\, D \,.\, B + \frac{\mathfrak{M}^*}{R^*}$$

Cubikfußen Wasser.

Z. B. Nach §. 22, Nr. 1. war $\mathfrak{K}'$ = 6,399... Cubikfußen Wasser; nach §. 23, Nr. 10, C. c war $\mathfrak{M}^*$ = 10,9 Cubikfußen Wasser, und das giebt für R* = 5 Fußen die Reductionskraft

$\mathfrak{K}'' = \frac{10,9}{5} = 2,18$ Cubikfußen. Also ist die am Ende n des horizontalen Halbmessers Cern lothrecht abwärts ziehende Kraftsumme

$\mathfrak{K}^* = \mathfrak{K}' + \mathfrak{K}'' = 6,399 + 2,18 = 8,579$ Rheinl. Cubikfußen Wasser. [Wenn man diese $\mathfrak{K}^*$ mit dem Gewichte = 66 Berl. Pfunden eines Rheinl. Cubikfußes Wasser multiplicirt, so erhält man in Berliner oder Cöllnischen Gewichte

$\mathfrak{K}^* = 66 . (\mathfrak{K}' + \mathfrak{K}'') = 66 . 8,579 = 566,21 \ldots,$

also beiläufig 5 Centner und 66 Pfunde Wasserkraft.]

§. 25.

Die Momentsumme $\mathfrak{M}^s$.

1.) Diese ist eine Größe

$$\mathfrak{M}^s = R^* . \mathfrak{K}^*$$

Z. E. Für $R^* = 5$ Fußen und $\mathfrak{K}^* = 8,579$ Rheinl. Cubikfußen ist

$$\mathfrak{M}^s = 5 . 8,579 = 42,895$$

Cubikfußen Wasser — 42 . 895 . 66 = 2831,268 = 28 Centr. + 31,2... Pfunden Berliner oder Cöllnisches Gewicht.

2.) Diese Größe $\mathfrak{M}^s$ muß mit der Summe aus dem Momente $\mathfrak{M}$ der $\mathfrak{K}'$ (§. 22, Nr. 7.) und dem Momente $\mathfrak{M}^*$ des Stoßes mhD (§. 23, Nr. 10.) übereinstimmen, es muß

$$\mathfrak{M}^s = \mathfrak{M} + \mathfrak{M}^*$$

seyn.

Z. E. In §. 22, Nr. 7. war nach unseren Beispielen die Größe $\mathfrak{M} = 32,0$ Rheinl. Cubikfußen Was-

ser; in §. 23, Nr. 10. war nach unseren Beispielen die Größe $\mathfrak{M}^*$ = 10,9 Cubikfußen Wasser; hiernach ist bei uns

$$\mathfrak{M}^s = \mathfrak{M} + \mathfrak{M}^* = 32{,}0 + 10{,}9$$
$$= 42{,}9 \text{ Cubikfußen,}$$

was mit dem Ergebnisse in Nr. 1. vollkommen genug übereinstimmt.

§. 26.

Von dem ersten Fehler, den man in der Berechnung der Kraft $\mathfrak{K}^*$ der oberschlächtigen Wasserräder begangen hat.

1.) Das in die Radzellen des sich herumdrehenden Rades einströmende Wasser bildet einen wasserhaltigen Radbogen, der nicht continuirlich und gleichförmig von c bis zu n^2 fortläuft (§. 19). Dieser unterbrochen und ungleichförmige wasserhaltige Radbogen muß erst nach den in §. 19. gegebenen Lehren auf einen gleichförmigen Wasserbogen = $^w\mathfrak{B}$ Cubikfußen Wasser zurückgeführt werden, dessen Masse der Wasserladungssumme = $\mathfrak{L}^s$ Cubikfußen Wasser des Rad-Bogens gleich ist, und man hat hierbei die Dicke D des Wasserbogens $^w\mathfrak{B}$ zu bestimmen (§. 19, Nr. 3, H.); dann aber hat man erst auch noch, wie im §. 21. geschehen ist, darzulegen, „daß beiläufig das Moment $\mathfrak{M}'$ des $^w\mathfrak{B}$ dem Momente $\mathfrak{M}$ der Ladung $\mathfrak{L}^s$ des Radbogens gleich sey."

2.) Dieser continuirliche und gleichförmige Wasserbogen $^w\mathfrak{B}$, dessen Dicke = D Fußen man gesucht hat, ist es, welchen man nach §. 22. auf eine Wassersäule f l k l zurückführen kann, deren Moment $\mathfrak{M}''$ genauest dem $\mathfrak{M}'$ des $^w\mathfrak{B}$ gleich ist, und also auch, weil $\mathfrak{M}'$ beiläufig = $\mathfrak{M}$ seyn muß, dem $\mathfrak{M}$ in der Praxis gleich gesetzt werden darf.

3.) Die Dicke D dieser Wassersäule muß nach §. 19, Nr. 3. aus der Gleichung

$$ {}^{w}\mathfrak{B} = \mathfrak{L}^{s} = D \,.\, {}^{w}\mathfrak{B}^{1} (\mathfrak{w} + 2\mathfrak{z}) $$

gesucht werden, und wird nach unserem in §. 19, Nr. 3, H. angebrachtem Beispiele eine Größe $D = \frac{\mathfrak{L}^{s}}{q^{***}} = 0{,}2234$ Fußen.

4.) Nach alter, aber nicht zureichend deutlicher Weise berechnet man die Dicke D so, wie hier folgt:

A.) Man nimmt den körperlichen Inhalt der in einer Sekunde in das Rad einfließenden Wassermenge $= {}^{a}M$ Cubikfußen.

B.) Man stellt sich vor, „daß diese Sekunden-„Wassermasse ${}^{a}M$ in ihrem Einfluße in das Rad sich zu „einem Wasserringe bilde, welcher continuirlich und „gleichförmig von seinem Anfange bis zu seinem Ende „fortläuft, was unrichtig ist.“

C.) Man nimmt den Anfang des Wasserringes in der Stelle des Theilrisses, in welcher das Wasser in das Rad einfällt, und das Ende des Ringes in derjenigen Stelle des Theilrißbogens an, in welcher das obere Wassereinfallspunkt in einer Sekunde unten im Theilrisse bei der Radumdrehung ankommt, setzt also die Länge des Wasserbogens, der sich aus der Sekunden-Ausflußmenge ${}^{a}M$ in jeder Sekunde im Rade bildet, dem Geschwindigkeitsbogen $= v$ Fußen, welchen das Wassereinfallspunkt in einer Sekunde im Theilrisse durchstreift, gleich. Die Berechnung der Länge des v ist diese:

a) Die geradausgespannt gedachte Peripherie des Theilrisses $\ldots \tau \tau \tau' \ldots$ ist (nach §. 4. Nr. 3.) eine Größe

$$ \mathfrak{L} = 6{,}28 \,.\, R^{*} \text{ Fußen}; $$

z. E. für $R^{*} = 5$ Fußen hat man

$$ \mathfrak{L} = 6{,}28 \,.\, 5 = 31{,}40 \text{ Fußen}. $$

b) Wenn nun die Umdrehungszeit, in welcher das Rad einmal herumkommt, $= T$ (z. E. $= 6$ Sekunden, §. 13, Nr. 3.) angenommen ist, also T Sekunden einen ganzen Umlauf eines Theilrißpunktes, mithin den Weg $L = 6{,}28\ R^*$ Fußen geben, so giebt eine Sekunde der Zeit T (gleichförmige Radbewegung vorausgesetzt) den Weg oder Geschwindigkeitsbogen

$$v = \frac{6{,}28 \,.\, R^*}{T} \text{ Fußen,}$$

welchen ein Theilrißpunkt in einer Sekunde durchstreicht, und den man die Geschwindigkeit des Theilrisses nennt.

Z. E. Für $6{,}28 \,.\, R^* = 31{,}4$ Fußen (Nr. a) und $T = 6$ Sekunden ist $v = \frac{31{,}4}{6} = 5{,}23$ Sekunden.

D.) Diese Bogenlänge, um welche sich die in einer Sekunde in das Rad einfließende Wassermenge ${}^aM = \mathfrak{H} \,.\, \mathfrak{w} \,.\, C = {}^zM$ Cubikfußen Wasser (§. 12.) zu einem Radbogen ausdehnt, dessen mittlere Länge $= v$ Fußen ist, dividirt man in ${}^aM$ und nimmt den Quotienten als den Quadratinhalt, $= \mathfrak{Q}$ Quadratfußen, des nach der Richtung des Radhalbmessers durchschnittenen Wasserbogens an; man setzt also

$$\mathfrak{Q} = \frac{{}^aM}{v} = \frac{\mathfrak{H} \,.\, \mathfrak{w} \,.\, C \,.\, T}{6{,}28 \,.\, R^*}$$

Quadratfußen.

Z. E. Für ${}^aM = {}^zM = \frac{2}{3} \,.\, 2 \,.\, 3 = 4$ Cubikfußen Wasser (§. 13, Nr. 3.), $T = 6$ Sekunden und $R^* = 5$ Fußen, also $v = 5{,}23\,..$ Fußen (vor. Nr. C.) wäre

$$\mathfrak{Q} = \frac{{}^aM}{v} = \frac{4{,}00}{5{,}23} = 0{,}764 \text{ Quadratfußen.}$$

E.) Wenn man nun diesen vermeint richtigen Inhalt $\mathfrak{O}$ des Querschnittes des Radwasserbogens, welchen Bogen man fäschlich als einen continuirlichen und gleichförmigen annimmt (vor. Nr. B.), durch die innere Radbreite $B = w + 2z$ Fußen, welche die Weite der Zellen und die Länge des Querschnittes $\mathfrak{O}$ ist (§. 14, Nr. 2, K.), dividirte, so müßte die Breite des $\mathfrak{O}$, also die Dicke

$$D = \frac{\mathfrak{O}}{w + 2z} \text{ Fußen}$$

des oberwähnten Radwasserbogens (den man sich unrichtig vorstellt — —) herauskommen.

3. E. Für $\mathfrak{O} = 0{,}764$ Quadratfußen (vor. Nr. D.) und $B = w + 2z = 2 + 2 \cdot 0{,}8 = 3{,}6$ Fußen (§. 14, Nr. 2, Bemerk. a) wäre

$$D = \frac{0{,}764}{3{,}6 \,..} = 0{,}2122 \text{ Fußen.}$$

F.) Diese Größe von $D = 0{,}2122$ Fußen stimmt nicht mit jener überein, die wir in §. 19, Nr. 3, H gefunden haben; es war dort

$$D = 0{,}2234 \text{ Fußen,}$$

und also D größer. Der Unterschied ist hier

$$= 0{,}2234 - 0{,}2122 = 0{,}0112,$$

also eine so kleine Größe, daß man leicht daraus abnehmen kann, „es komme keine für die Praxis erhebliche Differenz heraus, wenn man sich statt unserer Berechnungsweise der D der altüblichen bediene.“

5.) Woher und wie, fragen wir nun, kommt dieser Unterschied?

A.) Wir haben die D aus der ganzen Wasserladungssumme $\mathfrak{L}^s$ nach §. 19, Nr. 3, H. berechnet;

B.) die $\mathfrak{L}^s$ aber haben wir nach §. 15. auf eine Weise berechnet, die offenbar nur eine beiläufig richtige ist.

C.) Nach der altüblichen Berechnungsweise des D braucht man den Anfang und das Ende des Geschwindigkeitsbogens = v Fußen (vor. Nr. 4.), um welchen sich die in einer Sekunde in das Rad einfließende aM in diesem ausdehnt, gar nicht zu wissen, es ist da allemal, sey dieser Anfang und dieses Ende im Radrisse genauest bestimmt, oder nicht, der Querschnitt $\mathfrak{Q} = \frac{aM}{v}$ Quadratfußen, und die Dicke $D = \frac{\mathfrak{Q}}{w + 2z}$ Fußen.

D.) Wir aber mußten den Anfang und das Ende der ganzen Wasserladung Ls, die im Rade zusammenkommt, bestimmen, und konnten dieses nur auf eine beiläufig genaue Weise thun.

E.) Daher kommt der in vor. Nr. 4, F. bemerklich gemachte Unterschied zwischen den durch unsere verschiedenen Berechnungen der Größe D erhaltenen Resultaten.

6.) Unsere Berechnungsweise der Größen $\mathfrak{Q}$ und D weicht, rücksichtlich der Werthe dieser Größen, von der gewöhnlichen, wie wenigstens die Rechnungsbeispiele zeigen, nur um ein Geringes ab, sie ist aber dennoch der gewöhnlichen vorzuziehen; denn in dieser nimmt man an, „daß die Wassermenge = aM Cubikfußen, die in einer Sekunde in das Rad einfließt, sich als ein continuirlich und gleichförmig abwärts laufender Wasserbogen nach der Länge = v Fußen des Geschwindigkeits-Bogens in das Rad einlege," was offenbar falsch ist, und wodurch der Anfänger in der Hydraulik nothwendig irre und strauchelnd über die Richtigkeit der Berechnungen der Kraft der oberschlächtigen Wasserräder werden muß. Aus der Wasserladung Ls, die im Rade einen unterbrochenen und ungleichförmig dicken wasserhal-

tigen Radbogen giebt, läßt sich nach den im §. 19, Nr. 1. angegebenen Sätzen ein fingirter Wasserbogen ʷB ausfindig machen, welcher continuirlich und gleichförmig um eine Höhe = H Fußen im Rade herunterläuft, und dessen Moment M′ nur beiläufig dem Momente M des unterbrochenen und ungleichförmigen, wirklich vorhandenen wasserhaltigen Radbogens, welches dessen Lˢ giebt, gleich ist, und dieser ʷB dient dann erst zur Ausmittelung des Momentes M″ einer Wassersäule, die für die Radumdrehung genauest eben so viel leistet, als der Bogen ʷB, mithin auch beiläufig eben so viel, als der wasserhaltige ungleichförmige Radbogen durch sein Moment M zu leisten vermag.

7.) So und nicht anders muß die Sache dargestellt werden, wenn sie gründlich, deutlich und gegen alle irrigen Ansichten schützend seyn soll, und es ist daher die gewöhnliche Darstellung der Sache fehlerhaft.

§. 27.

Von dem zweiten Fehler, der in der Berechnung der Kraft der oberschlächtigen Wasserräder begangen worden ist.

Man hat (§. 23, Vorbemerkung) den Stoß, welchen das mit einer gewissen Geschwindigkeit = C Fußen in die Radzellen einstürzende Wasser gegen das Rad ausübt, und dadurch das schon durch das Gewicht der Wasserladung Lˢ erzeugte Umdrehungsbestreben desselben noch bedeutend vergrößert, entweder gar nicht, oder auf eine unerwiesene Weise, oder ganz fasch in Rechnung gebracht.

§. 28.

Von einem dritten Fehler, der in den Berechnungen der Kraft der oberschlächtigen Wasserräder Statt findet.

1.) Wenn die Vorderschaufel $o'' n'' n^* o^*$ der Schöpfzelle Z durch den Wasserstrom $s\,o^* \ldots s'\,\omega \ldots$ im Gange des Rades hindurch getrieben wird, leidet da nicht diese Schaufel einen Widerstand von dem Wasser, welches sie durchstreichen muß, und wirkt, dieser Widerstand nicht der Umdrehungskraft des Rades entgegen?

2.) Auf diesen Umstand hat man bisher noch gar keine Rücksicht genommen! Die Schaufel muß an die in das Rad einfallenden Theile des Wasserstromes in einem gewissen Grade ihrer Höhe nach der ganzen Breite = w Fußen des Stromes anschlagen, muß dieser Theile Strömungsbestreben überwinden 2c. 2c.

§. 29.

Uebergang.

1.) Soll man nicht, um diesem für die Kraft der Radumdrehung nachtheiligen Umstande, dessen Nachtheil man auch nicht einmal auf eine beiläufig richtige Weise in Rechnung bringen kann, auszuweichen, auf Einrichtungen denken, wodurch dieser Umstand, wenigstens in großem Maaße, beseitigt wird? Und soll man nicht das um so mehr thun, wenn sich nachweisen läßt,

„daß mit der wenigstens theilweisen Beseitigung
„dieses der Radumdrehung nachtheiligen Umstan=
„des zugleich auch noch ein die Radumdrehung be=

„fördernder Umstand in nothwendiger Verbindung „stehe?"

2.) Darum gehen wir nun zu dem jetzt folgenden zweiten Kapitel über, welches eine Verbesserung der Construktion der oberschlächtigen Wasserräder mit Berechnung derselben betrifft.

Bemerkung. Ja es findet auch noch ein vierter Fehler Statt, wie aus §. 42. ꝛc. hervorgehen wird.

Zweites Kapitel.

Von einer neuen Einrichtung der oberschlächtigen Wasserräder zu einer Vervollkommnung derselben.

§. 30.

Vorbemerkungen.

1.) Was im §. 1, Nr. 1. und 2. gesagt worden ist, bleibt auch hier gültig; was aber die dort in Nr. 3. beigebrachte Unterscheidung der Stoß- und Riegel-Schaufeln der Zellen anbelangt, das muß hier auf die Weise abgeändert werden, daß man die Riegelschaufeln ganz weg, also die sogenannten — Stoßschaufeln völlig bis auf den Radboden heruntergehen läßt, so, daß sie sich wasserdicht an diesen anschließen (Fig. 3).

2.) Das im §. 2. Beigebrachte bleibt hier völlig gültig.

3.) Was die im §. 3. angegebenen Bestimmungsweisen des mechanischen oder Theilrißhalbmessers = R* Fußen betrifft, so kann man auch hier jene beibehalten, nach welcher dieser R* um $\frac{2}{3}$ Fußen kleiner ist, als der größte Radhalbmesser Ca oder R (§. 2).

§. 31.

Von den Brettern zz, zz, zz ꝛc. (Fig. 3.),

die wir den Zellenscheidwänden mv, mv, mv ꝛc. so, daß sie mit ihrer ganzen Dicke in die Radkränze eingeschnitten, und auf diese festgenagelt sind, auflegen, und die wir, wegen ihrer dreifachen Dienste, Schneid-, Stoß- und Schutz-Bretter, überhaupt aber, zur Abkürzung der Rede, **Hülfsbretter** nennen.

1.) Es sey (in Fig. 3.) $a C a'$ die lothrechte Gefäll-Linie $= \mathfrak{G}$ (z. E. $= 12\frac{10}{12}$) Fußen, in welcher das Radmittelpunkt C liegen soll; die Höhe $a' A$ des Rades über dem Boden G G sey $= 1$ Fuß; die Tiefe $\mathfrak{A} a$ unter der Unterfläche des Wassergerinnes sey $= \frac{1}{2}$ Fuß, der größte Raddurchmesser $A \mathfrak{A}$ oder $2 R$ sey $= a a' - 1\frac{1}{2} = \mathfrak{G} - 1\frac{1}{2}$ (z. E. $= 12\frac{10}{12} - 1\frac{1}{2} = 11 + \frac{4}{12}$) Fußen, wornach $C \mathfrak{A}$ oder $R = \frac{1}{2} . A \mathfrak{A}$ [z. E. $= \frac{1}{2} . (11 + \frac{4}{12}) = 5\frac{8}{12}$] Fußen ist; der mechanische Halbmesser $C\tau = C\tau'$ sey $= R^*$ $= CA - \frac{2}{3} = R - \frac{2}{3}$ (z. E. $= 5\frac{8}{12} - \frac{8}{12} = 5$) Fußen (vergl. §. 2. und 3).

2.) Die **Zellenzahl** N sey hier, nach der in §. 4. gegebenen Regel,

$$N = 2\tfrac{1}{2} . 2R \pm \ldots$$

bestimmt, damit die Zellen rücksichtlich der Hülfsbretter nicht zu eng werden.

Z. E. Für $R^* = 5$ Fußen ist $N = 2\frac{1}{2} . 10 \pm \ldots$ $= 25 \pm \ldots = 24$ Zellen; der Quadrant $\tau' n$ des Theilkreises $\tau' n \tau \ldots$ erhält also 6 Theil-Bogen.

3.) Für diese Zahl N ist eines Theilrißbogens Länge

$$nn = \frac{\mathfrak{L}}{N} = \frac{6{,}28 \,.\, R^*}{N} \text{ Fußen.}$$

Z. E. Für $R^* = 5$ Fußen und $N = 24$ Zellen ist

$$nn = \frac{6{,}28 \,.\, 5}{24} = \frac{31{,}40}{24} = 1{,}308 \ldots \text{ Fußen}$$

(vergl. §. 4).

4.) Aus C sey in den Theilkreis τ' n τ ... ein Halbmesser $Cd = C\tau' = R^*$ Fußen gezogen, welcher mit dem lothrechten Halbmesser $C\tau'$ einen Winkel $\tau' Cd = 30$ Graden bildet. Durch das Theilrißpunkt d sey eine wasserrechte Linie mD gezogen, die von dem innern Radkranzbogen bis zum äußern reicht. Die Länge dD oder b dieser Linie nehme man zwischen den Zirkel, trage sie aus den Theilrißpunkten τ', n, n ꝛc. in die äußerste Peripherie des Radkranzes, und ziehe aus τ', n, n ꝛc. die Linien τ'v.., nv.., nv.. ꝛc. = dD bis in die äußerste Peripherie; diese verlängere man dann rückwärts bis in die innerste Peripherie des Radkranzes, wodurch man die Längen und Lagen mτ'v.., mnv.., mnv.., der vom Radboden aus laufenden Oberlinien der Zellenschaufel erhält.

* Die Länge einer solchen Linie ist bei uns beiläufig nach unserem Maaßstabe eine Größe $\mathfrak{l} = 1{,}85$ Fußen; so breit würden also unsere vom Radboden aus laufenden Schaufeln in ihren Oberlinien, wenn diesen nicht ohngefähr 1 Zoll von ihrer Breite durch die nachher zu beschreibenden, in die Radkränze einzulegenden Hülfsbretter zz abginge.

5.) Für den Halbmesser CA = R Fußen und die in voriger Nr. 4. angegebene Einziehung der Oberlinien mτ'v.., mnv.., mnv.. ꝛc. der Zellenschaufeln (die hier einstweilen bis an den äußern Rand des Kranzes gerech-

net sind) hat man die Rectificationslänge = l'' Fußen des Bogens, um welchen zwei sich nächste Oberlinien dieser Schaufeln im äußersten Rande des Radkranzes von einander abstehen. Es war im Theilrisse $\tau' n \tau \ldots$ die Rectificationslänge eines Theilbogens eine Größe

$$nn = \frac{6,28 . R^*}{N} \text{ Fußen,}$$

und ferner ist die Länge

$$l'' = \frac{R}{R^*} . nn = \frac{R}{R^*} . \frac{6,28 . R^*}{N} = \frac{6,28 . R}{N} \text{ Fußen.}$$

Z. E. Für R = 5,666 Fußen und N = 24 Zellenschaufeln ist

$$l'' = \frac{6,28 . 5,666}{24} = \frac{35,5824}{24} = 1,48, . \text{ Fußen.}$$

$$= 12 + 5,78 = 17,78 \text{ Werkzollen.}$$

6.) Auf jede Zellenschaufel m v.. denke man sich ein Brett z z, welches einen Zoll dick ist, wasserdicht aufgenagelt, so, daß dieses der Wellenaxe des Rades parallel läuft, daß es in die Radkränze nach seiner ganzen Dicke eingelegt und auf diese festgenagelt ist, daß es eine Breite z z von 7 Werkzollen hat, und mit der Mitte seiner Breite auf der Zellenschaufel m v aufsitzt, übrigens so lang ist, als die ganze äußere Radbreite (welche z. B. nach §. 14, Nr. 2, M, Bemerk. a, vier Fuße beträgt). Wenn eines solchen Brettes z z Breite in sieben 1 Zoll breite Streifen eingetheilt wird, so liegen auf jeder Seite seines Mittelstreifens drei 1 Zoll breite Streifen; wird es mit diesem Mittelstreifen auf die Hirnfläche einer Zellenschaufel m v aufgenagelt, so steht es auf jeder Seite dieser Fläche beiläufigst um 3 Werkzolle hervor. Es nehmen demnach die beiden einander zugekehrten Ende z und z zweier solcher einander zunächst liegender Bretter von der in Nr. 5. berechneten Bogenlänge $l'' = \frac{6,28 . R}{N}$

Fußen beiläufig zweimal $3\frac{1}{2}$ oder 7 Zolle weg, weßwegen doch noch die zwischen zweien solchen Enden z und z bleibende Mündung zum Einfluße des Wassers in die Zellen eine Bogenweite

$$w = \frac{6{,}28 \,.\, R}{N} \text{ Fußen} - 7 \text{ Werkzollen}$$

behält, die in allen Fällen groß genug seyn wird.

3. E. Bei uns war (nach Nr. 5.) die Größe l″ oder $\frac{6{,}28 \,.\, R}{N} = 17{,}78$ Werkzollen; ziehen wir von dieser 7 Zolle ab, so erhalten wir noch die Wassereinflußweite $w = 17{,}78 - 7 = 10{,}78$ Werkzollen.

7.) Wir nehmen nun oben den dritten durch $n^2 n^3$ bezeichneten Theilrißbogen des Radrisses, und ziehen von n^2 aus aufwärts eine Linie n^2 s, die auf der Bodenlinie des Gerinnes g g′ winkelrecht steht. Neben dieser legen wir ein Gerinnlagerholz L, wie die Zeichnung nach dem Maaßstabe zeigt, und diese lothrechte Linie n^2 s nennen wir die hintere Einfallslinie des durch das Schlundloch s s′ des Gerinnbodens in das Rad einfallenden Triebwassers. Wir berechnen ferner die nöthige Länge s s′ oder l des Schlundloches nach §. 12.

* Diese war z. E. bei uns (nach §. 12, Nr. 6.) = 8 Decimal- oder = $9\frac{3}{5}$ Werk-Zollen.

Von dem Endpunkte s′ der aufgetragenen Schlundlochlänge s s′ ziehen wir eine lothrechte Linie s′ z abwärts, die wir die vordere Linie des in das Rad lothrecht einströmenden Wassers nennen. Neben diese legen wir ein folgendes Gerinnlagerholz L′ (nach dem Maaßstabe —), wodurch dem Wasser sein lothrechter Einfall in die Radzellen angewiesen ist.

8.) Wir denken uns nun, daß ein Hülfsbrett z z gerade in der Hinterlinie n^2 s des Wasserstromes angekommen sey. Dieses Hülfsbrett denken wir uns zwischen den beiden Radkränzen abgeschärft, so, daß die Schneide der Abschärfung oben liegt. Dieses durchschneidet den Wasserstrom s z . . . s′ z . . . offenbar leichter, als im Falle seines Nichtdaseyns die Schaufel m v . . ., der es zugehört, den Wasserstrom im Gange des Rades durchschlagen müßte.

„Und darum ist dieses Hülfsbrett ein Schneid-„brett (s. die Aufschrift zu diesem Paragraphen) „zu nennen.“

9.) Im Gange dieses der Vorderschaufel m n^2 v der Auffangzelle Z zugehörenden Hülfsbrettes z z durch den Wasserstrom s n^2 . . s′ z . . . hindurch stößt das Einfallwasser auf die Oberfläche des z z auf, fällt von dieser ab, theils in die Zelle X, theils in die der X nachkommende Zelle Z; es übt also zuvörderst einen Stoß gegen das Hülfsbrett z z der Schaufel m n^2 v, dann aber auch in seinem Abfalle von diesem auf den Zellenboden herunter noch einen Stoß gegen diesen oder das auf ihm befindliche Wasser aus.

„Und darum ist das den Wasserstrom s n^2 . . s′ z . . . „durchstreichende Hülfsbrett ein Stoßbrett „[siehe die Aufschrift zu diesem Paragraphen) zu „nennen.“

10) Dieses Brett widerstrebt im Gange des Rades ganz offenbar mit seiner obern Hälfte, die (nach Nr. 6.) beiläufig 3 Zolle hoch ist, dem Ausfließen des in den Zellen gesammelten Triebwassers. (Man sehe die Zelle U.)

„Und deswegen ist ein solches Hülfsbrett ein „Schutzbrett zu nennen (siehe die Aufschrift zu „diesem Paragraphen).“

§. 32.

Von den Vortheilen des Weglassens der Riegelschaufeln 2c.

1.) Man denke sich im Theilrißpunkte n^3 der Vorderschaufel der mit ihrer ganzen Mündung zz unter dem Wasserstrome sz ... s'z ... angekommenen Schöpfzelle X (die nunmehr im Gange des Rades die zweite Hälfte ihrer Wasserladung L in sich einnimmt) eine Riegelschaufel n^3 r, z. E. nach der Richtung des Radhalbmessers C r n^3, angebracht. Würde nicht diese n^3 r das Ladungswasser der X über sich halten und dieses verhindern, bis zu dem zunächst unter n^3 liegenden Radbodenpunkte m herunter zu fließen? Würde da das Ladungswasser der Zelle X nicht dem Umdrehungspunkte C des Rades näher gehalten, als es der Fall wäre, wenn es bis zu dem nächsten unter n^3 folgenden Punkte m herunterfließen kann; würde also nicht das Moment m dieses Wassers vermindert? Wäre das nicht auch noch der Fall, wenn die Zelle X in die Lage Y gekommen wäre, und da ihre ganze Ladung L in sich enthielte? Freilich wird dieser Vortheil, welchen das Weglassen der Riegelschaufeln gewährt, rücksichtlich der Zellen, die weiter herunter folgen, wieder aufgehoben, denn wenn diese Riegelschaufeln haben, wodurch ihre Wasserladungen L gehindert sind, sich nicht bis in die Radbodenpunkte m, m 2c. herunter zu begeben, sondern über diesen Punkten gehalten werden, so kommen dann die lothrechten Schwerpunktslinien dieser Ladungen L weiter von dem Drehpunkte C des Rades abzustehen, und es werden die Momente m', m'' 2c. derselben größer als sie ohne das Daseyn der Riegelschaufeln seyn können; es überwiegt aber dieser hier erwogene Gegensatz des vorhin beachteten Vortheiles des Weglassens der Riegelschaufeln jenen Vortheil nicht in solchem Grade, daß man die nun zu erwägenden weiteren Vortheile des

Weglassens der genannten Schaufeln ausser Augen lassen soll.

2.) Werden nicht erstlich die Zellen durch das Weglassen der Riegelschaufeln weit tiefer, und also auch bei jeder innern Radbreite B oder Zellenlänge weit geräumiger und geschickter zum Wirken gegen den Ausfluß ihrer Wasserladungen? — Wird aber nicht auch zweitens die innere Radbreite B oder Zellenlänge, die man für die Wasserladung L der verlangten ersten Ausgußzelle zu berechnen hat, kleiner und mithin das Rad leichter, weniger Reibung verursachend, und auch noch um ein Geringes wohlfeiler? — Wird endlich drittens nicht, da man die vorerwähnten Hülfsbretter in dreien Rücksichten als vortheilhaft anerkennen muß, durch Weglassung der nur wenig nützenden Riegelschaufeln das wieder ersetzt, was gegen diese Hülfsbretter rücksichtlich der Zunahme des Radgewichtes und der Zapfenreibung und Vermehrung der Kosten als Schaden in Anrechnung gebracht werden kann?

3.) Die Hülfsbretter bewirken einen leichteren Durchgang der Zellenschaufeln durch den Wasserstrom (§. 31, Nr. 8), wozu die Riegelschaufeln gar nichts beitragen; dieselben Bretter dienen zur Verhinderung des Ausfallens des Wassers der Ladungen der Zellen, sie sind Schutzbretter (§. 31, Nr. 10.), was die Riegelschaufeln nicht sind; sie gewähren, als solche Schutzbretter, eine kleinere innere Radbreite oder Zellenlänge, was die Riegelschaufeln nicht thun; sie geben endlich auch, wie sich in der Folge zeigen wird, eine spätere erste Ausflußzelle und also auch eine größere Wasserladungssumme L^s für die Radumdrehung.

4.) Dem Schaden, welcher durch die Hülfsbretter rücksichtlich des Hin- und Herspritzens des auf sie auffallen-

den Wassers zu entstehen scheint, wird durch die Backenbretter des Gerinnes begegnet.

§. 33.

Bestimmung der ersten Ausgußzelle, die Schwungkraft des Wassers bei Seite gesetzt.

1.) Man berechne nach §. 12. die aus dem Schlundloche s s' (Fig. 3.) in das Rad einkommende Wassermenge $^{a}M = {}^{z}M = \mathfrak{h} \cdot \mathfrak{w} \cdot C$ Cubikfußen, wozu gehört, daß die Schlundlochlänge s s' oder $l = 1{,}19\ \mathfrak{h}$ Fußen genommen werde (§. 12, Nr. 5).

2.) Aus der ^{a}M berechne man sodann nach §. 13. die Ladung

$$\mathfrak{L} = \frac{T \cdot {}^{a}M}{N}$$

Cubikfußen Wasser, die eine Zelle in ihrem Gange durch den Wasserstrom hindurch erhalten muß.

Z. B. Wir nehmen auch hier, wie in §. 13, Nr. 3, $^{a}M = {}^{z}M = \mathfrak{h} \cdot \mathfrak{w} \cdot C = \frac{2}{3} \cdot 2 \cdot 3 = 4$ Cubikfußen Wasser und $T = 6$ Sekunden an; für die Zellenzahl N aber, welche dort (Fig. 1.) = 32 war, haben wir hier (Fig. 3.) die Zahl 24 zu setzen (§. 31, Nr. 2.); demnach ist hier $\mathfrak{L} = \frac{6 \cdot 4}{24} = 1$ Cubikfuß Wasser. (In §. 13, Nr. 3. war $\mathfrak{L} = 0{,}75$ Cubikfußen gefunden worden.)

3.) Nach dieser berechneten $\mathfrak{L}$ nehme man die Bestimmung der ersten Ausgußzelle (Schwungkraft des Wassers bei Seite gesetzt — — —) vor, und zwar nach folgenden Erwägungen:

A.) Es sey die den beiden Schöpfzellen $\mathfrak{Z}$ und $\mathfrak{X}$ gemeinschaftliche Schaufel $m\,n^2\,v$ mit dem Ende Z ih-

res Hülfsbrettes zz an der Hinterlinie szn² des Wasserstromes sz... s'z... angekommen. Da hat die Zelle X schon ihre erste halbe Ladung = ½ L Cubikfußen Wasser erhalten, und während sie in einer Zeit = t Sekunden mit ihrer Hinterschaufel mn² v durch den Wasserstrom sz... s'z... hindurchgeht und diese ihre Schaufel in die Lage mn³ v, also die Zelle X in die Lage Y kommt, wird die zweite halbe Ladung der X vollendet, und die erste halbe Ladung der Zelle Z, die sich aus ihrer Lage Z in die Lage Y begiebt, hergestellt.

B.) Während dieser Zeit t, in welcher oben die aus der Lage X in die Lage Y übergehende Zelle X noch eine Wassermenge ½ L und auch die aus der Lage Z in die Lage X übergehende Zelle eine Wassermenge ½ L in sich aufnimmt, muß unten im Rade die Ausgießung einer ganzen Wasserladung = L Cubikfußen vor sich gehen, wenn ein gleichförmiger Gang des Rades Statt haben soll. Es muß also unten im Rade eine Zelle anfangen, ihre ganze Wasserladung auszugießen, wenn oben im Rade die Zelle Z anfängt, die erste und die Zelle X anfängt, die zweite Hälfte ihrer L in sich einzunehmen; und wenn die X in die Lage Y der Vollendung ihrer L eingetreten ist, so muß eine untere Ausschüttzelle in eine Lage der Vollendung des Ausschüttens ihrer L gekommen seyn.

C.) Eine solche untere Zelle, welche anfängt ihr Wasser = L Cubikfußen abzusetzen, wenn die obere schon halbgeladene Zelle X anfängt, ihre zweite Ladungshälfte = ½ L Cubikfußen Wasser in sich aufzunehmen, so, daß, wenn sie in Y gekommen und wieder ganz geladen, die untere Zelle beiläufig ganz entladen ist, kann bei uns, weil wir Schutzbretter zz anwenden, diejenige Zelle U seyn, „die sich mit der Oberlinie ihrer das Wasser „tragenden Schaufel entweder etwas über der vorhin

»(§. 31, Nr. 4.) gezogenen wasserrechten Linie mD oder »in dieser selbst befindet.«

* Das Letztere ist in unserem Radrisse der Fall, weil wir unserem Theilrisse 24 Theile, also dem Viertel r′n desselben 6 Theile gegeben haben, von welchen jeder $\frac{1}{6} \cdot 90^\circ$ oder 15 Grade enthält, und weswegen also hier grade durch das Ende d des 30gradigen Bogens r′d (§. 31, Nr. 4.), durch welches die wasserrechte Linie mD läuft, auf die Oberlinie einer Zellenschaufel gehen muß.

D.) Hiermit wird der Nutzen der Hülfsbretter, welchen diese als Schutzbretter gewähren, besonders ausgezeichnet offenbar, denn ohne das Schutzbrett zz der Zelle U, deren Schaufel entweder fast, oder, wie es in unserem Radrisse der Fall ist, ganz horizontal liegt, würde die Zelle U nicht eine erste Ausgußzelle seyn können, sondern eine solche, die ihr Wasser bereits verloren hat, seyn müssen. Wir gewinnen also durch unsere Einrichtung im Mittel genommen eine halbe Zellenladung für die nachher zu berechnende Ladungssumme Ls des Rades (welcher Gewinn bei uns nach vor. Nr. 2. $= \frac{1}{2}$ 𝔏 $= \frac{1}{2}$ Rheinl. Cubikfuß oder = 33 Berl. Pfunden Wasser ist).

E.) Man messe nun die Länge l′ (§. 31, Nr. 4.) der Oberlinie der Schaufel-Zelle U, auf welcher das Wasser aufsitzt, und ziehe von dieser 1 Decimalzoll ab, für das auf sie auf- und in die Radkränze eingelegte Schutzbrett zz, wodurch man beiläufig die Basislänge

b = l′ Fußen — 1 Dec. Zoll

für den lothrechten Querschnitt des in der U befindlichen Wassers, welcher in unserer Figur bezeichnet ist, erhält.

Z. B. Bei uns war nach §. 31, Nr. 4. die Größe l′ = 1,85 Fußen, also ist hier b = 1,85 Fußen — 1 Dec. Zoll = 1,75 Fußen.

F.) Ferner ziehe man über die Kopffläche des Schutzbrettes zz der U eine wasserrechte Linie hh, so erhält man die Spiegellinie für den Querschnitt Q des in U befindlichen Wassers.

G) Man messe die zwischen der hh und der Basis dieses Q liegende ohngefähre mittlere Höhe dx = τ Fußen, und nehme, was hier genau genug ist, die gezeichnete Figur als ein verschobenes Parallellogramm an, dessen Basis = b und Höhe = τ Fußen ist. Dieses Parallellogrammes oder Wasserquerschnittes Quadratinhalt ist eine Größe

$$Q = b \cdot \tau \text{ Quadratfußen.}$$

Z. E. Für b = 1,75 (vor. Nr. E.) und dx = τ = 0,2 Fußen ist

$$Q = b \cdot \tau = 1,75 \cdot 0,2 = 0,350$$

Quadratfußen.

H.) Diese Größe dividire man in den körperlichen Inhalt L des in der Zelle U befindlichen prismatischen Wasserkörpers, so erhält man dessen Länge, also die Zellenlänge oder innere Radbreite B, welche erforderlich ist, damit das Wasser der Zelle U nicht über die gezogene hh hinauslaufe. Es ist also

$$B = \frac{L}{Q} = \frac{L}{b \cdot \tau} \text{ Fußen.}$$

Z. E. Für L = 1 Cubikfuß (§. 33, Nr. 2.) und

Q = 0,35 Quadratfußen (vor. Nr. G.) ist

$$B = \frac{1}{0,35} = \frac{100}{35} = 2,85 \ldots \text{ Fußen.}$$

J.) Nach §. 14, Nr. 2, K. hat man, wenn die Gerinn- oder Schlundlochweite = w Fußen ist, und wenn man dieser Größe w auf jeder Seite aus den dort angegebenen Ursachen noch $\frac{1}{3}$ Fuße zugiebt,

$B = w + 2z$ Fußen zu setzen,

woraus $z = \frac{B - w}{2}$ Fußen folgt.

Z. B. Für B = 2,85.. und w = 2 Fußen hat man

$$z = \frac{2,85 - 2}{2} = \frac{0,85}{2} = 0,425 \text{ Fußen.}$$

K.) „Man nehme also die berechnete Radbreite „$B = \frac{L}{b \cdot \tau}$ Fußen, die nöthig ist, damit die Ladung L „der Zelle U nicht schon vorher, ehe noch die U bis in „ihre Lage herunter gekommen ist, überlaufe, ziehe von „ihr die Schlundlochweite w ab, und halbire den Rest „B — w, so erhält man den Zusatz z, den man der w „auf beiden Seiten geben muß, um die zu der U erforder„liche innere Radbreite B oder Zellenlänge zu er„halten.“

L.) Nach unserem Beispiele in vor. Nr. J. ist z nur = 0,425 Fußen; nach §. 14, Nr. 2, M. aber ist z = 0,8 Fußen (obgleich dort L nur = 0,75 Cubikfußen war, bei uns aber L = 1 Cubikfuß Wasser ist). Und somit ist auch durch unser Rechnungsbeispiel dargethan, was in §. 32, Nr. 2, Punkt zwei, für die Weglassung der Riegelschaufeln im Allgemeinen gesagt worden ist.

M.*) Nimmt man die Größe z um ein Geringes, z. E. um 2 Zolle, größer, als wir diese in vor. Nr. J. gefunden haben, so ist man auch rücksichtlich der Schwungkraft des Wassers in Betreff der Verminderung der Wasser-Ladungssumme L_s des Rades, welche diese Schwungkraft erzeugt, genau genug für die Praxis, sichergestellt.

Bemerkungen:

a) Die Nützlichkeit unserer Schutzbretter ist schon in §. 31, Nr. 10. und in vor. Nr. D. zur Einsicht ge-

bracht; es ist aber dem dort Beigebrachten auch noch Folgendes beizufügen. Man sucht bekanntlich dem Ausgeworfenwerden des Zellenwassers durch einen sogenannten **Mantel**, worin man das untere Viertel des Rades laufen läßt, zu begegnen (siehe in Eytelweins Handbuch der Mechanik fester Körper und Hydraulik §. 180 und Tab. I. Fig. 4.); ein solcher Mantel verursacht aber nicht nur bei Weitem mehr Kosten, als unsere Schutzbretter verursachen, sondern er leistet auch nicht einmal das, was unsere Schutzbretter leisten, zumal, wenn wir dem vorhin berechneten Breitenzusatze z des Rades etliche Zolle zugeben (vor. Nr. M.*). Das aus den Zellen gegen den Mantel hingeworfene Wasser geht jedoch zum Theile durch den Spielraum zwischen dem Mantel und Radzellen verloren, und die Summe derjenigen Wassertheile, welche in den Zellen durch den Mantel vom Ausfließen zurückgehalten werden können, kann nicht bedeutend seyn.

b) Der Nutzen des Weglassens der Riegelschaufeln ist in §. 32. erwogen worden, und die in vor. Nr. L. angestellte Vergleichung zeigt aus Beispielen in Zahlen zum Genügen, daß wir in §. 32. nicht Vortheile herbeigezogen haben, welche für die Praxis von keiner zu beachtenden Bedeutung sind. — Bringt man, was wohl zu beachten ist, Riegelschaufeln an, so leisten auch die Schutzbretter weniger, als unsere Berechnungen ergeben, weil dann die Zellenräume kleiner werden.

§. 34.

Bestimmung der Ladungssumme $\mathfrak{L}^s$.

1.) In einer Zeit = t Sekunden, in welcher sich die Schöpfzelle Z aus ihrer Lage in die Lage X begiebt, und

ihre erste halbe Ladung = $\frac{1}{2}$ L Cubikfußen Wasser aufnimmt, die Zelle X aber zugleich dabei in die Lage Y übergebt und ihre zweite halbe Ladung = $\frac{1}{2}$ L erhält, geht die erste Ausgußzelle U (§. 33.) aus ihrer Lage U in die Lage U' über und verschüttet beiläufig ihre ganze Wasserladung L, was die durch das Oberpunkt z des Schutzbrettes zz der Zelle U' gezogene Horizontallinie hh zum Erkennen bringt.

2.) Am Anfange der Zeit t ist oben im Rade in der Zelle X schon eine halbe Wasserladung = $\frac{1}{2}$ L Cubikfußen vorräthig, und am Ende der Zeit t ist in der Zelle Y eine ganze Wasserladung L vorhanden, und auch wieder in der aus Z in X eingerückten Schöpfzelle eine halbe Ladung $\frac{1}{2}$ L entstanden. Man darf also hier rechnen,

„daß immer in einer Stelle X des Rades eine „halbe Wasserladung = $\frac{1}{2}$ L Cubikfußen vorräthig sey.“

Denn stetsfort ist in einer Stelle Z des Rades, die sich zunächst hinter der Hinterlinie sn^2z des Wasserstromes sz... s'z... befindet, eine Wasserladung = O im Rade vorhanden; stetsfort ist aber auch in einer Stelle Y, welche sich zunächst vor der Vorderlinie s'z... des Wasserstromes befindet, eine erste ganze Wasserladung = L Cubikfußen enthalten; folglich muß stets fort in der Stelle X des Rades und Wasserstromes sz... s'z,.. eine Wasserladung im Rade vorhanden seyn, die beiläufig das arithmetische Mittel zwischen den beiden vorerwähnten Gränzen O und L, also = $\frac{1}{2}$ L ist.

3.) Am Anfange der Zeit t, in welcher die Schöpfzelle Z in X und die Zelle X in Y übergeht, und in welcher Zeit t der Radraum X im Mittel genommen stetsfort eine halbe Wasserladung $\frac{1}{2}$ L Cubikfußen enthält (vorige Nr. 2.), ist unten im Rade die erste Ausgußzelle U noch beiläufig mit ihrer ganzen Wasserladung L verse-

hen; am Ende der Zeit t aber, in welcher die Zelle Z in X, die X in Y und die U in U' übergeht, und die U ihr Ladungswasser beiläufig ganz ausschüttet (Nr. 1.), ist die Ladung der in U' angekommenen U = O. Folglich ist, im Mittel genommen, in der Zeit t die Ladung zwischen U und U' stetsfort = $\frac{1}{2}$ L.

4.) Diese $\frac{1}{2}$ L werfen wir hinauf zu der im Raume X als stetsfort vorhanden angenommenen Ladung $\frac{1}{2}$ L (vor. Nr. 2.) und setzen,

„daß im Raume X stetsfort eine ganze, aber „auch bei U stetsfort eine ganze Ladung = L „Cubikfußen vorhanden sey.“ (Denn wenn die vorige Zelle U in U' gekommen und beiläufig die Ladung L derselben ausgeschüttet ist, so befindet sich ja in der Stelle U wieder eine neue mit einer ganzen Ladung L versehene Zelle, und im Uebergange der vorigen Zelle U in U' dürfte ja dieser Zelle U, im Mittel genommen, stetsfort eine halbe Ladung $\frac{1}{2}$ L zugerechnet werden.]

5.) Auf die sehr geringe Verschiedenheit der Momente der von unten nach oben hin von uns getragenen $\frac{1}{2}$ L ist, wie leicht zu ermessen ist, in der Praxis keine Rücksicht zu nehmen.

6.) Oben hat man von τ bis zu n^2, wo (nach unserer vorigen Rechnung) die erste ganze Ladung eines Radraumes X angeht, 2 Theilrißbögen τn, nn^2; diese gehen von dem halben Theilkreise $\tau n \tau$ ab in der Berechnung der Ladungssumme L^s, welche der von n^2 bis zu d heruntergehende Radwasserbogen in sich enthält. — Unten hat man von τ' aus bis zur Stelle d hinauf ganz oder fast genau auch noch zwei Theilrißbögen $\tau' n$, nd, die von dem halben Theilkreise $\tau n \tau'$ in der Berechnung der L^s abgehen. — Wenn also der ganze Theilkreis aus

N, und der halbe $\tau n \tau'$ aus $\frac{1}{2}$ N Bogen besteht, so ist die Zahl $\mathfrak{N}$ aller der in dem $\tau n \tau'$ von n^2 bis zu d herunter mit ganzen Ladungen L versehenen Zellen = $\frac{1}{2}$ N — 2 . 2 = $\frac{1}{2}$ N — 4 und mithin beiläufig die ganze im Radwasserbogen n^2 n d befindliche Ladungssumme

$$L^s = (\tfrac{1}{2} N - 4) . L$$

Cubikfußen Wasser.

Z. E. Für N = 24 Zellen (§. 31, Nr. 2.) und L = 1 Cubikfuß Wasser (§. 33, Nr. 2.) ist

$$L^s = (\tfrac{1}{2} . 24 - 4) . 1 = (12 - 4) = 8$$

Cubikfußen Wasser.

Bemerkung. In §. 15, Nr. 5. hatten wir nur 7,5 Cubikfußen für $\mathfrak{L}^s$ gefunden, also $\frac{1}{2}$ Cubikfuß oder $\frac{1}{2}$mal 66 = 33 Berliner Pfunden weniger gefunden! Bestätigt sich nicht hierdurch der Satz: „daß unsere „neue Einrichtung der oberschlächtigen Wasser„räder der sonst gewöhnlichen vorzuziehen sey?“ Die Werthannahmen, die man in unseren Rechnungsbeispielen als oberste anzusehen hat, sind doch in diesen unseren Beispielen ganz gleich! Und doch bringen wir durch unsere Schutzbretter, durch die Weglassung der Riegelschaufeln und eine andere Zelleneintheilung, und zwar auch noch mit einer dadurch erwirkten Verringerung der innern Radbreite B und den dazu gehörenden Vortheilen (§. 33, Nr. 3.) eine $\mathfrak{L}^s$ heraus, welche 33 Berl. Pfunde mehr beträgt, als die in §. 15. gefundene $\mathfrak{L}^s$.

7.) Gegen die zureichende Genauigkeit unserer Berechnungsweise der Wasserladungssumme L^s, die in jedem Zeittheilchen im Rade, nachdem dieses in den Beharrungszustand seiner Bewegung gekommen ist, für diese Bewegung durch ihr Gewicht activ seyn muß, läßt sich durch-

aus nichts, was haltbar wäre, einwenden, wie aus Folgendem offenbar ist:

A.) Die in §. 33, Nr. 2. geforderte Berechnung einer Zellenladung L ist streng mathematisch genau.

B.) Die in §. 34, Nr. 2. begründete Annahme, daß stetsfort in einer Stelle X im Radgange eine halbe Wasserladung $\frac{1}{2}$ L activ seyn müsse, ist ebenfalls durch nichts widerlegbar; denn zwischen der Ladung = O in der Stelle Z, welche im Radgange allemal bis zur Stelle Y zu einer Ladung L in einer Zeit t allmählich anwachsen muß, hat man in der zwischen Z und Y liegenden Mittelstelle X nothwendig eine Ladung anzunehmen, die beständig fort das Mittel zwischen O und L, also = $\frac{1}{2}$ L ist.

C.) Die in §. 34, Nr. 3. angenommene mittlere Ladung $\frac{1}{2}$ L, die stetsfort in der aus U in U′ übergehenden Ausgußzelle Statt hat, ist auch nicht zu verwerfen, denn zwischen L und O ist das Mittel = $\frac{1}{2}$ L.

D.) Gegen die Vereinigung der mittlern Ladung $\frac{1}{2}$ L, die stetsfort zwischen U und U′ Statt hat, mit der stetsfort in der Stelle X anzunehmenden $\frac{1}{2}$ L (vor. Nr. B.) zu einer ganzen Ladung = $\frac{1}{2}$ L + $\frac{1}{2}$ L = L kann auch nichts eingewendet werden, was von Bedeutung wäre, weil der Unterschied der Abstände dieser zwei halben Ladungen von dem Drehpunkte C nur eine unbedeutende Größe seyn kann.

E.) Demnach ist, wie wir in Nr. 6. gesetzt haben, zureichend genau die ganze Ladungssumme

$$L^s = (\tfrac{1}{2} N - 4)\ L \text{ Cubikfußen Wasser.}$$

§. 35.

Zurückführung der Ladungssumme $\mathfrak{L}^s$ auf einen eingebildeten stetig und gleichförmig laufenden Wasserbogen ${}^w\mathfrak{B}$, welcher um den Theilrißbogen c d herum liegt, dem Gewichte der $\mathfrak{L}^s$ gleich ist rc. (Vergl. Fig. 2.)

1.) Die Ladungssumme $\mathfrak{L}^s$ fängt in der Stelle $\mathfrak{X}$ an, endigt sich unten in der Zelle $\mathfrak{U}$ und ihr körperlicher Inhalt = $\mathfrak{L}^s$ Cubikfußen Wasser ist (nach §. 34, Nr. 7.) mit zureichender Genauigkeit bestimmt.

2.) Sie, diese $\mathfrak{L}^s$, bildet von $\mathfrak{X}$ bis zu $\mathfrak{U}$ herunter eine unterbrochene und ungleichförmige Wassermasse, die man aber auf einen Wasserbogen ${}^w\mathfrak{B}$ zurückführen kann, welcher folgende Eigenschaften haben soll:

A.) Er soll im Mittelpunkte c des Theilrißbogens $n^2 n^3$ des Wassereinfallsraumes $\mathfrak{X}$ anfangen und im Theilrißpunkte d, durch welchen die Horizontallinie δ d D, über welcher in h h der Wasserausguß anfängt, aufhören, also eine Länge cn . . . nd haben.

B.) Es soll ferner der ${}^w\mathfrak{B}$ vorgestellt werden als ein solcher, der am Radboden herunter von dem Raume $\mathfrak{X}$ bis zur Oberlinie m v der Schaufel der ersten Ausgußzelle $\mathfrak{U}$ ohne alle Unterbrechung fortläuft und zwar gleichförmig in einer Breite, welche der innern Radweite oder der Zellenlänge B = $\mathfrak{w}$ + 2 $\mathfrak{z}$, die man für die erste Ausgußzelle $\mathfrak{U}$ nach §. 33, Nr. 3, H. berechnet hat, gleich ist.

C.) Bei dieser Länge cn . . . nd und Breite B = $\mathfrak{w}$ + 2 $\mathfrak{z}$ Fußen soll der ${}^w\mathfrak{B}$ eine nach der Richtung des

horizontalen Radhalbmessers C a genommene und von dem Bodenpunkte m an in diesem C a auswärts gemessene Dicke = D Fußen haben, bei welcher seine Wassermasse und folglich auch sein Gewicht der Masse und dem Gewichte der von X bis U unterbrochen und ungleichförmig im Rade befindlichen Ladungssumme L^s (vor. Nr. 1. und 2.) genauest gleich ist.

3.) Die Zurückführung der L^s auf einen solchen Wasserbogen ${}^{w}B$ ist folgende:

A.) Dessen Länge cn...nd oder ${}^{w}B^{l}$, die wir hier beiläufig genau als eine mittlere annehmen können, besteht aus der Länge $L = \frac{1}{2} . 6{,}28\ R^*$ des halben Theilkreises $\delta n \tau'$ weniger den beiden Abzugsbögen τ c und τ' d, von welchen der τ c, genau genug genommen, 2,5 und der τ' d ohngefähr 2 Theilrißbögen n n in sich faßt; es ist also, weil eines Abzugsbogens n n Länge

$$l = \frac{L}{\frac{1}{2} N} = \frac{\frac{1}{2} . 6{,}28 . R^*}{\frac{1}{2} N} = \frac{6{,}28 . R^*}{N}$$

ist, die Wasserbogenlänge

$${}^{w}B^{l} = 3{,}14 . R^* - (2{,}5 + 2) . \frac{6{,}28}{N} . R^*$$

$$= 3{,}14 . R^* - 4{,}5 . \frac{6{,}28 . R^*}{N} \text{ Fußen.}$$

Z. E. Für $3{,}14 . R^* = 3.14 . 5 = 15{,}70$, also $6{,}28\ R^* = 31{,}40$ Fußen und $N = 24$ Zellen hat man

$${}^{w}B^{l} = 15{,}7 - 4{,}5 . \frac{31{,}4}{24}$$

$$= 15{,}7 - \frac{141{,}3}{24}$$

$$= 15{,}7 - 5{,}886 = 9{,}814 \text{ Fußen.}$$

B.) Diese ${}^{w}B^{l}$ mit der Breite $B = w + 2z$ multiplicirt giebt den Quadratinhalt

$$q^{**} = {}^{w}\mathfrak{B}^{l}\,(\mathfrak{w} + 2\mathfrak{z})$$

der durch den Wasserbogen ${}^{w}\mathfrak{B}$ nach dem Theilrißbogen c n . . . n d hindurchlaufenden krummen Durchschnittsfläche.

Z. E. Für ${}^{w}\mathfrak{B}^{l} = 9{,}814$ (vor. Nr. A.) und B oder $\mathfrak{w} + 2\mathfrak{z} = 2{,}85$ Fußen (§. 33, Nr. 3, H.) ist $q^{**} = 9{,}814 \cdot 2{,}85 = 27{,}9699$ Quadratfußen, wofür wir 27,97 setzen.

C.) Dividiren wir durch diesen mittleren Durchschnitt q^{**} des Wasserbogens ${}^{w}\mathfrak{B}$, dessen körperlicher Inhalt $= \mathfrak{L}^{s}$ seyn soll, den $\mathfrak{L}^{s}$, so erhalten wir dessen nach der Richtung des Radhalbmessers C m a von m an auswärts gezogene Dicke

$$D = \frac{\mathfrak{L}^{s}}{q^{**}} \text{ Fußen.}$$

Z. E. Für $q^{**} = 27{,}97$ Quadratfußen (vor. Nr. B.) und $\mathfrak{L}^{s} = 8$ Cubikfußen (§. 34, Nr. 6.) ist die Dicke

$$D = \frac{8{,}00}{27{,}97} = \frac{800}{2797} = 0{,}286 \text{ Fußen.}$$

§. 36.

Ueberlegung,

welche die Bestimmung des Momentes $\mathfrak{M}$ der unterbrochenen und ungleichförmigen Wasserladungssumme $\mathfrak{L}^{s}$ und des Momentes $\mathfrak{M}'$ des ihr gleichgewichtigen, continuirlich und gleichförmigen Wasserbogens ${}^{w}\mathfrak{B}$ betrifft.

Hier sind alle die in §. 21. angestellten Erwägungen nachzulesen und gehörig anzuwenden, woraus sich dann ergiebt,

„daß man beiläufig
„das Moment $\mathfrak{M}'$ des Bogens $^w\mathfrak{B}$
„dem Momente $\mathfrak{M}$ der Ladung $\mathfrak{L}^s$
„gleich setzen könne.“

§. 37.

Bestimmung des Momentes $\mathfrak{M}' = \mathfrak{M}$ ꝛc. ꝛc.

1.) Hier sind alle die in §. 22. für die Fig. 2. beigebrachten Lehren anzuwenden. Wenn die lothrechte Höhe des $^w\mathfrak{B}$, die wir hier für die Figur 3. durch cc + dr bezeichnen, = H, wenn ferner die Dicke ih (Fig. 2) des $^w\mathfrak{B}$ = D und die Breite desselben = B = (w + 23) Fußen ist, so geben diese drei Abmessungen, zusammen multiplicirt, den körperlichen Inhalt

$$\mathfrak{K}' = H . D . B$$

Cubikfußen (§. 22, Nr. 2.) einer Wassersäule klkl (Fig. 2), die mit ihrer lothrechten Axe $a a'$ in dem Endpunkten des horizontalen mechanischen Radhalbmessers Cren, also rechtwinklicht an diesem, lothrecht abwärts für die Radumdrehung wirksam ist, und deren Moment

$$\mathfrak{M}'' = R^* . \mathfrak{K}' = R^* . H . D . B$$

Cubikfußen Wasser = $R^* . \mathfrak{K}' . \gamma$ Pfunden (§. 22, Nr. 7.) genauest eben so groß ist, als das Moment $\mathfrak{M}'$ des $^w\mathfrak{B}$ (§. 22, Nr. 4).

Man hat also $\mathfrak{M}' = \mathfrak{M}'' = R^* . H . D . B$ Cub. Fußen
$= R^* . H . D . B . \gamma$ Pfunden Wasser.

2.) Weil aber nach §. 36. beiläufig das Moment $\mathfrak{M}'$ des Wasserbogens $^w\mathfrak{B}$ dem $\mathfrak{M}$ der Ladungssumme $\mathfrak{L}^s$ gleich ist, so ist zwar nur beiläufig, aber doch genau genug für die Praxis der $\mathfrak{L}^s$ Moment

$$\mathfrak{M} = R^* . H . D . B$$ Cubikfußen
$$= R^* . H . D . B . \gamma$$ Pfunden Wasser.

Darin sind nach den bisherigen Lehren alle Größen bestimmt bis auf die Größe $H = (ce + dr)$, Fig. 3.

§. 38.

Bestimmung der Höhe H des ${}^{w}\mathfrak{B}$ ꝛc.

1.) Wir haben in §. 35, Nr. 2, A. die Länge ${}^{w}\mathfrak{B}\,l = cn\,..nd$ gesetzt. Wir haben ferner in §. 35, Nr. 3, A. gesetzt, daß der obere Abzugsbogen τc ohngefähr 2,5 und der untere $\tau' d$ ohngefähr 2 Theilrißbögen nn in sich fasse.

2.) Hiernach ist der obere Theil cn^* des Bogens $cn...nd$ oder ${}^{w}\mathfrak{B}$ ein Bogen cn^* oder

$$A = \tau n^* - 2{,}5 . nn$$
$$= 96^\circ - 2{,}5 . \frac{360^\circ}{N}$$

Von C bis c denke man sich den mechanischen Halbmesser $Cc = R^*$ Fußen gezogen, und aus c sey der Sinus ce des Winkels cCn^* oder Bogens $cn^* = A$ Graden heruntergezogen. Dieses Sinus Höhe ist

$$cc = R^* . \text{Sin} . A = R^* . \text{Sin}\,(90^\circ - 2{,}5 . \frac{360^\circ}{N})$$

Z. E. Für $R^* = 5$ Fußen und $N = 24$ Theilriß-Bögen ist

$$ce = 5 . \text{Sin}\,(90^\circ - 2{,}5 . \frac{360^\circ}{24})$$
$$= 5 . \text{Sin}\,(90^\circ - 2{,}5 . 15^\circ)$$
$$= 5 . \text{Sin}\,(90^\circ - 37{,}5^\circ)$$
$$= 5 . \text{Sin}\,52\tfrac{1}{2}^\circ = 5 . 0{,}7933533$$
$$= 3{,}966$$ Fußen.

3.) Ferner ist der untere Theil d n* des Bogens c n...n d oder ^{w}B ein Bogen d n* oder

$$A' = 90^\circ - 2 \cdot \frac{360^\circ}{N}$$

und folglich ist $dr = R^* \cdot \text{Sin}\,(90^\circ - 2 \cdot \frac{360^\circ}{N})$ Fußen.

Z. E. Für R* = 5 Fußen und N = 24 Theilriß-Bögen ist

$$dr = 5 \cdot \text{Sin}\,(90^\circ - 2 \cdot \frac{360^\circ}{24})$$
$$= 5 \cdot \text{Sin}\,(90^\circ - 2 \cdot 15^\circ)$$
$$= 5 \cdot \text{Sin}\ 60^\circ = 5 \cdot 0{,}8660254$$
$$= 4{,}330 \text{ Fußen.}$$

4.) Folglich ist nach Nr. 2 und 3. die ganze Höhe des Bogens c n...n d oder ^{w}B eine Größe

$$H = ce + dr = R^* \cdot \text{Sin}\,(90^\circ - 2{,}5 \cdot \frac{360^\circ}{N})$$
$$+ R^* \cdot \text{Sin}\,(90^\circ - 2 \cdot \frac{360^\circ}{N})$$

Z. E. Für R* = 5 Fußen und N = 24 Theilriß-Bögen war ce = 3,966 Fußen (Nr. 2.) und dr = 4,330 Fußen (Nr. 3.); also ist hier H = ce + dr = 3,966 + 4,330 = 8,296 Fußen.

5.) Folgebeispiel für 𝔎′ = H . D . B und 𝔐 = 𝔐′ = 𝔐″ = R*. 𝔎′ Cubikfußen Wasser (§. 37).

A.) Wir haben für unser Beispielsrad gefunden:
H = 8,296 Fußen (vor. Nr. 4.);
D = 0,286 Fußen (§. 36, Nr. 3, C.);
B = 2,850 Fußen (§. 33, Nr. 3, H.);

dafür ist der körperliche Inhalt 𝔎′ der Wassersäule f l k l (Fig. 2. und §. 37, Nr. 1.) eine Größe

$$\mathfrak{K}' = H \cdot D \cdot B = 8{,}296 \cdot 0{,}286 \cdot 2{,}850$$
$$= 2{,}3726 \cdot 2{,}850 = 6{,}7716 \text{ Cubikfußen.}$$

[*) In §. 22, Nr. 2. war die Größe

$$\mathfrak{K}' = H.D.B = 7{,}92 \cdot 0{,}2234 \cdot 3{,}6,$$

also fast $= 6{,}3995$ Cubikfußen.]

B.) Die obige Größe $\mathfrak{K}' = 6{,}7716$ giebt durch die Multiplication mit $R^* = 5$ Fußen das Moment

$$\mathfrak{M} = R^* \cdot \mathfrak{K}' = 5 \cdot 6{,}7716$$
$$= 33{,}858 \text{ Cubikfußen.}$$

[*) Im §. 22, Nr. 7. hatten wir $\mathfrak{M} = 32{,}0$ Cubikfußeu.]

§. 39.

Ueber den Stoß des bei sz.. s'z.. in das Rad einfallenden Wassers und das Moment desselben.

1.) Man lese hierüber zuvörderst nach, was wir in §. 23. rücksichtlich der gewöhnlich eingerichteten oberschlächtigen Wasserräder über die Stoßkraft $\mathfrak{K}''$ des in das Rad einfallenden Wassers und über das Moment $\mathfrak{M}^*$ derselben beigebracht haben.

2.) Hierauf erwäge man, daß bei unserer Radeinrichtung wegen der durch den Wasserstrom sz.. s'z.. hindurchgehenden Schneidbretter zz das Wasser zum Theile zuerst auf diese Bretter aufstößt, sodann aber von diesen herunter auf den Radboden oder auf das auf diesem befindliche Wasser auffällt, und dadurch den Stoß verursacht, daß aber auch bei uns, weil wir keine Riegelschaufeln haben, die Stoßkraft $\mathfrak{K}''$ des Wassers etwas anders wirken müsse, als wenn Riegelschaufeln da sind.

3.) Man stelle alle Ueberlegungen an, die hier möglich sind, so wird man finden, daß auch bei unserer Ein-

richtung rücksichtlich der Schneidbretter zz der mittlere Stoß ^{mh}D, den wir in §. 23, Nr. 8. angenommen haben, als beiläufig gültig angenommen werden könne. Wir setzen also auch hier, wie in §. 23, Nr. 8,

$$^{mh}D = \frac{1}{2} . 7{,}9 . \mathfrak{L} . \sqrt{[cm'' + 0{,}016 . C^2]}$$

Rheinl. Fußen (vergl. Fig. 1).

Z. B. Für $\mathfrak{L}$ = 1 Cubikfuß Wasser (§. 33, Nr. 2.), $cm'' = 2{,}35$ und $C = 3$ Fußen (§. 23, Nr. 6, C.) ist

$$^{mh}D = \frac{1}{2} . 7{,}9 . 1 . \sqrt{[2{,}35 + 0{,}016 . 3^2]}$$
$$= 3{,}95 . 1 \sqrt{2{,}4940}$$
$$= 3{,}95 . 1 . 1{,}579 = 6{,}23705$$

Cubikfußen Wasser.

[*) In §. 23, Nr. 10, C. hatten wir
$^{mh}D = 4{,}677785$ Cubikfußen gefunden.]

4.) Die Bestimmung des Momentes $\mathfrak{M}^*$ dieses Wasserstoßes ^{mh}D ist auch hier jene in §. 23, Nr. 10. angegebene, und es ist nach dem Dortigen (§. 23, Nr. 10, B.)

$$\mathfrak{M}^* = {}^{mh}D . Ce = {}^{mh}D . R^* . \text{Sin}\,\frac{900°}{N}$$

Z. B. a) Bei uns ist $N = 24$ und also die Entfernung

$$Ce = Cc . \text{Sin} . Cce = R^* . \text{Sin}\,\tau Cc$$
$$= R^* . \text{Sin}\,2{,}5 . \frac{360°}{24} = R^* . \text{Sin}\,\frac{900°}{24}$$
$$= R^* . \text{Sin}\,37{,}5°$$
$$= 5 . 0{,}6087614 = 3{,}043 .. \text{ Fußen.}$$

[*) In §. 23, Nr. 10, C., b war $N = 32$ und Ce folglich kleiner, nämlich nur $= 2{,}357$ Fußen.]

b) Bei uns ist, nach vor. Nr. 3, der Stoß

$^{mh}D = 6{,}237$ Cubikfußen Wasser,

und dieser giebt das Moment

$\mathfrak{M}^*$ oder $^{m h}D \,.\, Ce = 6{,}237 \,.\, 3{,}043$
$= 18{,}979$ Cubikfußen Wasser.

[*) In §. 23, Nr. 10, C., c hatten wir
$\mathfrak{M}^* = 4{,}677 \,.\, 2{,}357 = 10{,}9$ Cubikfußen.]

Woher kommt dieser Unterschied $= 18{,}979 - 10{,}9 = 8{,}079$ Cubikfußen Wasser? Bei unserem Rade ist doch auch die Einflußmenge ^aM, die das Rad in einer Sekunde erhält, so, wie bei dem im ersten Kapitel betrachteten Rade, $= 4$ Cubikfußen Wasser angenommen, und die Zeit T eines Radumlaufes ist auch bei unserem Rade, wie bei jenem, $= 6$ Sekunden gesetzt worden (vergl. §. 33, Nr. 2. mit §. 13, Nr. 3). — Wir haben aber nicht, wie im ersten Kapitel, die Zellenzahl $N = 32$, wir haben sie nur $= 24 = \frac{3}{4} \,.\, 32$ gesetzt; dadurch wurde eine Zellenladung

$$\mathfrak{L} = \frac{T \,.\, {}^aM}{N}$$

um $\frac{1}{4}$ größer, als in §. 13, Nr. 3, wo die $\mathfrak{L}$ nur $= 0{,}75$ Cubikfußen war; es wurde bei uns die

$$\mathfrak{L} = 1 \text{ Cubikfuß } (§.\ 33,\ Nr.\ 2).$$

Mithin kommen von den in §. 23, Nr. 1. bis 6. erwogenen Wassertheilen $\mathfrak{T}$ der beiden halben Ladungen $\frac{1}{2}\,\mathfrak{L}$ und $\frac{1}{2}\,\mathfrak{L}$ der Zellen $\mathfrak{Z}$ und $\mathfrak{X}$, welche $\mathfrak{T}$ gleichzeitig in diesen Zellen den Stoß

$$^{m h}D = \tfrac{1}{2} \,.\, 7{,}9 \,.\, \mathfrak{L} \,.\, \sqrt{[cm'' + 0{,}016 \,.\, C^2]}$$

(§. 23, Nr. 8.) verursachen, in unseren weiteren Zellen $\mathfrak{Z}$ und $\mathfrak{X}$ mehr Wassertheile zum Stoße, freilich aber auch erst in einer größeren Zeit t, als die seyn kann, welche Statt hat, wenn N nicht $= 24$, sondern $= 32$ gesetzt wird. — Dadurch aber werden doch jene Grundsätze unserer geführten Durchschnittsrechnung nicht aufgehoben, wodurch sich uns ein größerer mittlerer Stoß

^{mh}D ergab. — Da unsere Zellen weiter sind, als die im ersten Kapitel angenommenen, so bekommen wir ferner auch eine größere Entfernung $Ce = R^* . \text{Sin} \frac{900^\circ}{N}$ der Stoßkraft ^{mh}D von dem Umdrehungspunkte C des Rades. — — Durch die bisherigen Betrachtungen ist, wenigstens in einem zu billigenden Grade, die Antwort auf die vorhin aufgeworfene Frage beigebracht, und es bleibt dabei doch allemal unläugbar, daß unsere weiteren Zellen Z und X ein größeres Wasserstoßmoment geben, als die engeren im ersten Kapitel angenommenen Zellen Z und X gewähren.

* Diese Sache bedarf noch tieferer Untersuchungen, wozu uns jetzt die Mittel fehlen.

§. 40.

Von der durch Gewicht und Stoß des Triebwassers bewirkten Umdrehungskraft K* des Rades, die am Ende n des horizontalen mechanischen Halbmessers Cern oder R* des Rades lothrecht abwärts wirkt.

1.) Nach §. 37, Nr. 2. wirkt am Ende n des Cern lothrecht abwärts durch ihr Gewicht eine Wassersäule fl kl (Fig. 2.), deren körperlicher Inhalt

$$K' = H . D . B$$

Cubikfußen und Berechnungsweise in §. 38, Nr. 5, A. deutlich auseinander gesetzt worden ist.

Z. E. Dort war für unser Rad

$$K' = 8{,}296 . 0{,}286 . 2{,}850 = 6{,}7716 \text{ Cubikfußen.}$$

2.) Nach §. 39, Nr. 3. ꝛc. (vergl. §. 23, Nr. 8. ꝛc.) wirkt in der Stelle e des horizontalen Halbmessers Cern oder R* eine Wasserkraft = ^{m}hD Cubikfußen lothrecht abwärts. Diese giebt auf die Stelle n des Cern oder R*, worin die K' wirksam ist, reducirt eine Reductionskraft

$$K'' = \frac{{}^{m}hD.Ce}{R^*} = \frac{M^*}{R^*} \text{ Cubikfußen.}$$

Z. E. In §. 39, Nr. 4. war $M^* = 18{,}979$ Cubikfußen, und das giebt für $R^* = 5$ Fußen eine K''

$$K'' = \frac{18{,}979}{5} = 3{,}7958 \text{ Cubikfußen.}$$

3.) Demnach ist die ganze am Ende n des horizontalen mechanischen Haibmessers Cern oder R* des Rades lothrecht abwärts treibende Kraftsumme

$$K^* = K' + K'' = H.D.B + \frac{M^*}{R^*}$$

Cubikfußen Wasser.

Z. E. Nach vor. Nr. 1. war für unser Rad

$K' = 6{,}7716$ Cubikfußen,

und nach vor. Nr. 2. war für dieses Rad

$K'' = 3{,}7958$ Cubikfußen; folglich ist

$$K^* = K' + K'' = 6{,}7716 + 3{,}7958$$
$$= 10{,}5674 \text{ Cubikfußen.}$$

[*) In §. 24. hatten wir K* nur 8,579 Cubikfußen Rhnl. und es ist also die Differenz

$= 10{,}5674 - 8{,}579 = 1{,}9884$ Cubikfußen.

Das mit dem Gewichte = 66 Pfunden eines Berliner Cubikfußes Wasser multiplicirt, giebt 66 . 1,9884 oder 131,2 . . Pfunde, oder 1 Centner + 31,2 . . Pfunde Wasser; um eine solche Wasserkraft ist folglich beiläufig — — — unser Rad besser, als das im ersten Kapitel angenommene gewöhnliche, wozu besonders die Anwendung unserer Schutzbretter und die Weglassung der Riegelschaufeln

beiträgt. — Was ist es, was man zu einer gründlichsten Widerlegung unserer Ideen und Rechnungen vorbringen könnte?! — Auf der Granwaage konnten wir nicht rechnen, und kann auch Niemand uns entgegen rechnen!!]

§. 41.

Die Momentsumme $\mathfrak{M}^s$.

Unsere Kraftsumme $\mathfrak{K}^*$ giebt uns am Ende n des Cern oder R* eine

$\mathfrak{M}^s = R^* \,.\, \mathfrak{K}^*$ Cubikfußen Wasser.

Z. E. Für $R^* = 5$ Fußen und $\mathfrak{K}^* = 10{,}5674$ Cub. Fußen haben wir

$$\mathfrak{M}^s = 5 \,.\, 10{,}5674 = 52{,}8370$$

Cubikfußen Wasser.

[*) In §. 25. hatten wir nur $\mathfrak{M}^s = 42{,}9\ldots$ Cubikfußen, und das giebt eine Differenz von $52{,}837 - 42{,}9 = 9{,}937$ Cubikfußen $= 9{,}937 \,.\, 66$ oder fast $= 660$ Pfunden Wasser.]

§. 42. *

Bestimmung des Druckes des Rades gegen die Zapfenpfannen, der durch die am Rade in der horizontalen Entfernung Cn* lothrecht abwärts ziehenden Kraftsumme $\mathfrak{K}^*$ und durch einen an einem Radarme in einer Entfernung $= \mathfrak{X}$ Fußen von C angebrachten Widerstand $\mathfrak{W}$, welcher der $\mathfrak{K}^*$ das Gleichgewicht hält, verursacht wird. (Tab. II.)

Vorbemerkung.

Diese Sache ist ebenfalls noch nirgends zureichend in Untersuchung genommen, und eine zureichende, gründliche

und deutliche Entwickelung derselben ist nicht leicht. Da folgt hierüber, was wir bis jetzt herausgebracht haben!

Man hat in Hinsicht der hier anzustellenden Untersuchungen fünf Hauptarten der nöthigen Verbindungen einer Maschine mit einem oberschlächtigen Wasserrade, wodurch eine Maschine betrieben werden soll, zu unterscheiden.

1.) Erster Fall.

Es sey (Tab. II. Fig. 4.) EE die horizontale Ebene, in welcher die Axe aa' der Welle eines oberschlächtigen Wasserrades nn* liegt, und n* sey das Punkt, an welchem die Kraftsumme K* (§. 40, Nr. 3.) lothrecht abwärts (durch das horizontal gelegte Papier der Zeichnung winkelrecht herunter wirkend gedacht) am Rade wirksam ist. In einem Abstande Cc vom Mittelpunkte C des Rades denke man sich an der horizontalen Radwellenaxe aa' einen horizontalen winkelrecht sitzenden Hebelarm cn = R Fußen und am Ende n desselben denke man sich einen Widerstand = W Cubikfußen Wasser, welcher in n lothrecht (durch das horizontal liegende Papier der Zeichnung hindurch gedacht) von unten herauf der in n* lothrecht abwärts wirkenden Drehkraft K* des Rades reagirt. Das ist z. B. der Fall, wenn cn der mechanische Halbmesser = R Fußen eines an der Axe aa' liegenden lothrechten Stirnrades ist, dessen Angriffspunkt n einen ihm entgegenstehenden Stock des Drehlings einer mit dem Wasserrade in Verbindung gesetzten Maschine lothrecht abwärts zu treiben und den aufwärts reagirenden Widerstand = W Cubikfußen Wasser dieses Stockes lothrecht abwärts zu treiben bestrebt ist; ferner ist das auch der Fall, wenn n das Angriffspunkt eines an der Radwelle sitzenden Druckdaumens ist, welcher durch die in n* lothrecht abwärts wirksame Radkraft = K* Cubikfußen Wasser den Schwanz des Styles eines Schwanzhammers lothrecht abwärts

drucken will, und von diesem einen Widerstand = $\mathfrak{W}$ Cub. Fußen Wasser leidet. — Diese Fälle charakterisiren wir, wie folgt:

„Auf derselben Seite, auf welcher die Wasser„kraft $\mathfrak{K}^*$ in der Entfernung $Cn^* = R^*$ Fußen „an der horizontalen Wellenaxe $a a'$ des Rades „wirksam ist, befindet sich in einem Abstande Cc „von dem Radmittelpunkte C ein mechanischer „Lasthalbmesser $cn = \mathfrak{R}$ Fußen, welcher im Punkte „n der in n^* lothrecht abwärts wirkenden „Radkraft = $\mathfrak{K}^*$ Cubikfußen Wasser durch einen „Widerstand = $\mathfrak{W}$ Cubikfußen Wasser lothrecht „widersteht (man erwäge nochmals die vorigeu „Beispiele!)“

Für diesen Hauptfall untersuchen wir nun, und zwar für die Forderung des Gleichgewichtes zwischen $\mathfrak{K}^*$ und $\mathfrak{W}$,

„welchen Druck die Wasserkraft $\mathfrak{K}^*$, die am „Ende n^* des mechanischen Halbmessers $Cn^* =$ „R^* Faßen wirkt, gegen die Pfannen der Zapfen „der Wasserradwelle wegen des $\mathfrak{W}$ hervorbringen „kunn?“

Die Untersuchung ist folgende:

a) Die am Ende n^* des horizontalen mit der Wellenaxe $a a'$ winkelrecht verbundenen Hebelarmes $Cn^* = R^*$ Fußen lothrecht abwärts ziehende Kraftsumme = $\mathfrak{K}^*$ Cubikfußen Wasser äußert für die Umdrehung der horizontalen Axe $a a'$ ein Moment $m = R^* . \mathfrak{K}^*$ Cubikfußen Wasser.

b) Der am Ende n des horizontalen mit der Wellenaxe winkelrecht verbundenen Hebelarmes $cn = \mathfrak{R}$ Fußen lothrecht aufwärts reagirende Widerstand $\mathfrak{W}$ äußert ein dem m entgegengesetztes Moment $m' = \mathfrak{X} . \mathfrak{W}$ Cubikfußen Wasser.

c) Wenn nun, wie gefordert wird, $\mathfrak{W}$ mit $\mathfrak{K}^*$ im Gleichgewichte seyn soll, so muß m· = m, also

$$\mathfrak{X} . \mathfrak{W} = R^* . \mathfrak{K}^*,$$

$$\text{folglich } \mathfrak{W} = \frac{R^* . \mathfrak{K}^*}{\mathfrak{X}} \text{ seyn.}$$

d) Die lothrecht abwärts wirkende Druckstelle n des horizontalen Hebelarmes cn preßt durch das Wirken der $\mathfrak{K}^*$ gegen den Stock des Drehlings oder den Schwanz des Helmes des Schwanzhammers, welcher dem Arme cn mit einer Kraft = $\mathfrak{W}$ Cubikfußen aufwärts reagirt und mit der $\mathfrak{K}^*$ im Gleichgewichte seyn soll, wie auf eine Hebel-Unterlage, und die am horizontalen Hebelarme Cn^* in n^* lothrecht abwärts ziehende $\mathfrak{K}^*$, welche die Radwelle wegen des $\mathfrak{W}$ nicht um die Axe aa' herumbringen kann, strebt die Welle aus ihren Zapfenlagern aufwärts zu heben.

e) Diesem Bestreben der $\mathfrak{K}^*$ wirkt entgegen ein gewisser Theil = g Cubikfußen Wasser des ganzen Gewichtes = G Cubikfußən Wasser, mit welchem das Rad mit seiner Welle und allem, was an ihr befindlich ist, gegen die Pfannen lothrecht abwärts preßt. Es wird demnach der lothrechte Druck des Rades und seiner Welle gegen die Pfannen um einen Theil = g Cubikfußen Wasser vermindert.

f) Das Moment von g rücksichtlich der Unterlage in n ist = g . cn = g . $\mathfrak{R}$ Cubikfußen Wasser; das Moment der $\mathfrak{K}^*$ aber rücksichtlich der Unterlage in n ist = $\mathfrak{K}^* . nn^* = \mathfrak{K}^* . [R^* - \mathfrak{R}]$ Cubikfußen Wasser. Für das hier geforderte Gleichgewicht zwischen $\mathfrak{K}^*$, $\mathfrak{W}$ und g muß aber

$$g . cn = \mathfrak{K}^* . nn^*,$$

$$\text{also } g = \frac{\mathfrak{K}^{*} . nn^{*}}{cn} = \frac{\mathfrak{K}^{*} . [R^{*} - \mathfrak{X}]}{\mathfrak{X}}$$

Cubikfußen Wasser seyn.

g) Um diese Größe g wird also die lothrechte Drucksumme, welche das Rad mit seinem Wellbaume rc. durch dessen Zapfen gegen die Pfannen ausübt, vermindert; es ist demnach in dem bisher betrachteten ersten Falle der fünf vorhin angekündigten Fälle des lothrechten Druckes, welchen das Rad mit seiner Welle rc. gegen die Pfannen (bei dem geforderten Gleichgewichte zwischen $\mathfrak{K}^{*}$ und $\mathfrak{W}$) ausübt, eine Größe

$$\mathfrak{D}' = G - g = G - \frac{R^{*} - \mathfrak{X}}{\mathfrak{X}} . \mathfrak{K}^{*} = G + \frac{R^{*} - \mathfrak{X}}{-\mathfrak{X}}$$

Cubikfußen Wasser.

2.) Zweiter Fall.

Es sey alles, wie vorhin in der Fig. 4, Tab. II., nur mit der Ausnahme, daß der horizontale mechanische Halbmesser cn = $\mathfrak{X}$ Fußen, an dessen Ende n der Widerstand $\mathfrak{W}$ der Kraft $\mathfrak{K}^{*}$ reagirt, nicht auf derselben Seite der Radwellenaxe *aa'*, in welcher die $\mathfrak{K}^{*}$ wirkt, sondern auf der entgegengesetzten Seite, folglich als horizontaler Halameſſer cn' = $\mathfrak{R}$ Fußen liegt, und daß am Ende n' desselben ein Widerstand = $\mathfrak{W}$ Cubikfußen Wasser nicht, wie vorhin, lothrecht aufwärts, sondern lothrecht abwärts der Kraft $\mathfrak{K}^{*}$ entgegenwirkt (durch das horizontal liegende Papier der Figur hindurchgehend sind die lothrechten Richtungen des Wirkens der sich opponirten Kräfte $\mathfrak{W}$ und $\mathfrak{K}^{*}$ hier zu denken). Der hier angenommene Fall findet z. E. Statt, wenn ein sogenannter Aufwerfhammer durch einen Hebedaumen cn'... in der Stelle n' dieses Daumens zum Aufwerfen des Hammerhelmes angegriffen wird; ferner, — wenn die Hebelatte eines Stampfers zum Auftreiben desselben vom Punkte

n′ eines Hebebaumens cn′... ergriffen wird; weiter, — wenn an der horizontalen Radwellenaxe aa′ ein lothrechtes Stirnrad, dessen mechanischer Durchmesser ncn″ = 2X Fußen ist, sitzt und dieses mit dem Angriffspunkte n′ seines horizontalen Zahnes den ihm entgegenstehenden Stock des Drehlings einer Maschine deswegen lothrecht aufwärts zu treiben strebt, weil auf der entgegengesetzten Seite die Kraft K* im Endpunkte n* des horizontalen mechanischen Radhalbmessers Cn* lothrecht abwärts (durch das horizontal liegende Papier hindurch gedacht — —) wirkt. Die hierher gehörende Untersuchung über den Druck D², welchen in dem hier angenommenen zweiten Falle das Rad mit seiner Welle 2c. und die Kraft K* bei dem ihr das Gleichgewicht haltenden Widerstande W ausüben muß, ist folgende:

a) Der in n′ am Hebelarme cn′ = R Fußen lothrecht abwärts wirkende Widerstand W der Kraft K*, welche in n* am Hebelarme Cn* = R* Fußen lothrecht abwärts zieht, kann angesehen werden als eine Auflage des Hebelarmes cn′; diese widersteht der Umdrehung der Wellenaxe, wofür die K* in n* wirksam ist, gerade so, als wenn in der Stelle n″ der Rückwärtsverlängerung Cn″.. des mechanischen horizontalen Radhalbmessers Cn* = R Fußen in einer Entfernung Cn″ = cn′ = R Fußen eine Auflage = W Cubikfußen Wasser für den einarmigen Hebel n″Cn* oder n″n* = Cn″ + Cn* = (R + R*) Fußen angebracht wäre.

b) Diese mit der Kraft = W Cubikfußen Wasser in n″ reagirende Auflage des einarmigen Hebels n″Cn* soll mit der in n* lothrecht abwärts ziehenden Kraft K* (durch das horizontal liegende Papier hindurch gedacht —) im Gleichgewichte, und der Hebel n″Cn* soll in C festgehalten seyn.

c) In Bezug auf die Auflage = $\mathfrak{w}$ in n'' hat die Zugkraft $\mathfrak{K}^*$ in n^* das Moment $\mathfrak{m} = n''Cn^* . \mathfrak{K}^* = (\mathfrak{R} + R^*) . \mathfrak{K}^*$ Cubikfußen Wasser. Damit aber der Hebel $n'' n^*$ ruhig und horizontal liegen bleibe, so ist erforderlich, daß er in C von einer lothrecht abwärts wirkenden Kraft = $\mathfrak{g}$ Cubikfußen Wasser in seiner horizontalen Lage erhalten werde. Das Moment dieser $\mathfrak{g}$ ist rücksichtlich der in n'' vorgestellten Auflage des einarmigen Hebels $n'' n^*$ eine Größe $\mathfrak{m}' = Cn'' . \mathfrak{g} = \mathfrak{X} . \mathfrak{g}$ Cubikfußen Wasser. Für das geforderte Gleichgewicht zwischen den dreien sich reagirenden Kräften $\mathfrak{K}^*$, $\mathfrak{w}$ und $\mathfrak{g}$ muß die Momentgleichung $\mathfrak{m}' = \mathfrak{m}$, also die Gleichung

$$\mathfrak{X} . \mathfrak{g} = (\mathfrak{R} + R^*)\ \mathfrak{K}^*$$

Statt finden, woraus folgt, daß seyn müsse:

$$\mathfrak{g} = \frac{(\mathfrak{R} + R^*)\ \mathfrak{K}^*}{\mathfrak{X}}$$

Cubikfußen Wasser.

d) Diese Kraft $\mathfrak{g}$ aber leistet der Wiederstand der zwei Zapfenlager; es leiden also diese Lager zusammengenommen durch das Gewicht G des Rades, seiner Welle ꝛc. einen durch C hindurchgehenden lothrechten Druck $\mathfrak{D}^2$, welcher, wie auch immerhin dieser gegen die beiden Zapfenlager hin und her vertheilt, zu denken seyn möge, eine Größe

$$\mathfrak{D}^2 = G + \mathfrak{g} = G + \frac{(\mathfrak{R} + R^*) . \mathfrak{K}^*}{\mathfrak{X}}$$

Cubikfußen Wasser ist.

*) Vergleichung. Im ersten Falle (Nr. 1.) war

$$\mathfrak{D}^1 = G - \frac{[R^* - \mathfrak{R}]\ \mathfrak{K}^*}{\mathfrak{X}}$$

aber im zweiten Falle (Nr. 2.) findet sich ein Druck

$$\mathfrak{D}^2 = G + \frac{(\mathfrak{R} + R^*) . \mathfrak{K}^*}{\mathfrak{X}}$$

Cubikfußen Wasser;

folglich ist im zweiten Falle der Druck D gegen die Zapfenlager weit größer, als im ersten Falle.

3.) Dritter Fall.

Es sey an der horizontal liegenden Wellenaxe aa' (Tab. II. Fig. 4.) ein lothrecht liegendes Stirnrad angebracht und dessen horizontaler mechanischer Halbmesser cn = cn' sey = X Fußen; dieses Stirnrad greife mit den Punkten n und n' seiner horizontalen mechanischen Halbmesser die Stöcke zweier einander gegenüberstehender Drehlinge zweier an das Wasserrad angehängter völlig gleicher Maschinen an. Weil die am Ende n* des mechanischen Halbmessers Cn* = R* Fußen lothrecht abwärts wirkende Wasserkraft K* das Rad in n* abwärts zu treiben bestrebt ist, so wird das in n befindliche Angriffspunkt des Zahnes und Stockes lothrecht abwärts gepreßt und der Stock widersteht da der Radumdrehung lothrecht aufwärts; in n' hingegen wird der Radzahn lothrecht aufwärts getrieben und ihm widersteht da der Stock des zweiten Drehlings lothrecht abwärts. — Für diesen dritten Fall ist die Ausmittelung des Druckes D^3, welchen die Zapfenlager des Rades lothrecht abwärts leiten, folgende:

a) Es sey der Widerstand des Stockes in n, welcher da lothrecht aufwärts der K* entgegen wirkt, = w Cubikfußen Wasser; dabei ist das Moment dieses w eine Größe

$$\mu^{\text{I}} = cn \,.\, w = \Re \,.\, w \text{ Cubikfußen Wasser.}$$

b) Der Wiederstand des Stockes in n', welcher da der K* lothrecht abwärts entgegen wirkt, sey gleichfalls = w (denn wir haben die zwei an das Stirnrad der Wasserradwelle aa' angehängten Maschinen

völlig gleich gesetzt); dabei ist das Moment dieses w eine Größe

$\mu^2 = cn' . w = \mathfrak{X} w$ Cubikfußen Wasser.

c) Diese zwei Momente μ^1 und μ^2 sind dem Kraftmomente m

$Cn^* . \mathfrak{K}^* = R^* . \mathfrak{K}^*$ der in n^*

lothrecht abwärts wirkenden Wasserkraft $\mathfrak{K}^*$ entgegen gesetzt und sie wirken dem m so entgegen, als wenn sie in den Stellen n'' und n''' des horizontalen um C drehbaren doppeltarmigen Hebels $n'' C n''' n^*$ Statt hätten.

d) An diesem Hebel wirkt rücksichtlich des Drehpunktes C in n''' das Moment $\mu^1 = cn''' . w = Cn . w$ aufwärts und in n^* wirkt das Moment $m = Cn^* . \mathfrak{K}^*$ abwärts, also wirkt in n''' und n^* die Momentdifferenz

$$m - \mu^1 = Cn^* . \mathfrak{K}^* - Cn''' . w$$
$$= R^* . \mathfrak{K}^* - \mathfrak{X} . w;$$

in n'' aber wirkt rücksichtlich des Drehpunktes C das Moment

$$\mu^2 = cn' . w = Cn'' . w = \mathfrak{X} . w$$

lothrecht abwärts.

e) Wenn also, wie verlangt wird, Gleichgewicht statt haben soll, so muß

$$m - \mu^1 = \mu^2$$

also $R^* . \mathfrak{K}^* - \mathfrak{R} . w = \mathfrak{X} w$ seyn.

Das aber gibt

$$R^* . \mathfrak{K}^* = 2 \mathfrak{X} w$$

woraus $\frac{R^* . \mathfrak{K}^*}{2 \mathfrak{X}} = w$ folgt.

f) Die beiden an dem in C unterstützten horizontalen doppeltarmigen Hebel $n'' C n''' n^*$ sich das Gleichgewicht haltenden Momente $m - \mu^2$ und μ^1 pressen die Unterstützung in C lothrecht abwärts

und es muß in C lothrecht aufwärts eine Kraft g wirksam seyn, welche dieser Pressung das Gleichgewicht hält, wenn, wie verlangt wird, durchaus Gleichgewicht zwischen $\mathfrak{w}$, $\mathfrak{w}$ und $\mathfrak{K}^*$ Statt haben soll.

g) Man denke sich nun, daß der Widerstand $\mathfrak{w}$ in n'' wie eine dem verlangten Gleichgewichte angemessene Auflage des horizontalen einarmigen Hebels $n''Cn'''n^*$ lothrecht abwärts wirke; daß ferner an diesem um n'' drehbaren Hebel in n^* die $\mathfrak{K}^*$ mit einem Momente $m = n''n^*.\mathfrak{K}^* \; [n''C + Cn^*] \; \mathfrak{K}^* = [\mathfrak{X} + R^*] \; \mathfrak{K}^*$ ebenfalls lothrecht abwärts, dagegen aber auch in n''' eine Kraft $\mathfrak{w}$ mit einem Momente $m' = (n''C + Cn''') \, \mathfrak{w} = 2\mathfrak{X}\,\mathfrak{w}$ lothrecht aufwärts wirksam sey, daß also an dem um n'' drehbaren einarmigen horizontalen Hebel $n''Cn'''n^*$ rücksichtlich der Stellen n^* und n''' eine Momentdifferenz

$$m - m' = (\mathfrak{X} + R^*) \; \mathfrak{K}^* - 2\mathfrak{X}.\mathfrak{w}$$

Statt habe. Man setze weiter, es solle in der Stelle C des vorgenannten Hebels eine Kraft g rücksichtlich des Drehpunktes n'' desselben angebracht seyn, die mit einem Momente

$$m'' = n''C \,.\, g = \mathfrak{X} \,.\, g$$

lothrecht aufwärts wirkt, und der vorerwähnten Momentdifferenz das Gleichgewicht hält. Hierbei muß die Momentgleichung $m'' = m - m'$ oder

$$\mathfrak{X} \,.\, g = (\mathfrak{X} + R^*) \; \mathfrak{K}^* - 2\mathfrak{X}.\mathfrak{w}$$

Statt haben. Nach Nr. e ist aber $2\mathfrak{X}.\mathfrak{w} = R^*.\mathfrak{K}^*$, folglich hat man

$$\mathfrak{X} \,.\, g = \mathfrak{X}.\mathfrak{K}^* + R^*.\mathfrak{K}^* - R^*.\mathfrak{K}^*,$$

woraus $g = \mathfrak{K}^*$ folgt.

Bayerische Staatsbibliothek München

h) Diese Kraft $g = \mathfrak{K}^*$ gewähret der Widerstand der Zapfenlager; es leiden also diese in dem bisher betrachteten dritten Falle durch das Gewicht G des Wasserrades, seiner Welle, seines Stirnrades ꝛc. einen lothrechten Druck

$$\mathfrak{D}^3 = G + g = G + \mathfrak{K}^* \text{ Cubikfußen Wasser.}$$

4.) Vierter Fall

Es sey an der horizontal liegenden Wellenaxe $a\,a'$ (Fig. 4.) in c ein lothrecht liegendes Kammrad $n\,c\,n'$ angebracht, dessen lothrechter Durchschnitt in Fig. 5. durch $n\,o\,p\,q$ dargestellt, und dessen lothrecht auf der horizontalen Wellenaxe $a\,a'$ in Fig. 4. aufstehender mechanischer Halbmesser $c\,n = \mathfrak{R}$ Fußen ist. Das Kammrad liege in einem gewissen Abstande $C\,c$ in der Wellenaxe $a\,a'$ gemessen, dem Wasserrade, dessen lothrechter Durchschnitt in Fig. 5. durch $n\,o\,n^*\,p\,n$ bezeichnet ist, parallel. Mit dem Ende n des lothrechten mechanischen Halbmessers $c\,n$ (Fig. 5.) $= \mathfrak{X}$ Fußen liege eine Radkamme an dem Stocke eines aufrecht stehenden Drehlings an, und der Stock leiste der Kamme einen horizontalen Widerstand $= \mathfrak{W}$ Cubikfußen Wasser, welcher mit der in n^* lothrecht abwärts treibenden Wasserkraft im Gleichgewichte ist. Für diesen vierten Fall ist die zureichend genaue Ausmittelung des Druckes $\mathfrak{D}^4$, welchen die Zapfenlager des Rades leiden, folgende:

a) Die Kraft $\mathfrak{K}^*$ wirkt am Ende n^* (Fig. 5.) des horizontalen mechanischen Wasserradhalbmessers $C\,n^* = R^*$ Fußen mit einem Momente $m = R^* . \mathfrak{K}^*$ Cubikfußen Wasser lothrecht abwärts.

b) Wenn also in der Entfernung $c\,n = \mathfrak{X}$ Fußen ein Widerstand $\mathfrak{W}$ der $\mathfrak{K}^*$ das Gleichgewicht halten soll, so muß das $\mathfrak{W}$ Moment m' oder $\mathfrak{X} . \mathfrak{W} = R^* . \mathfrak{K}^*$ seyn, woraus $\mathfrak{W} = \frac{R^* . \mathfrak{K}^*}{\mathfrak{X}}$ folgt.

c) Diesen W kann man sich auch am Arme C n, welcher in der Ebene des Wasserrades, worin die K* wirksam ist, liegt, in der Stelle n der in dieser Ebene gezogenen Horizontallinie ... x n y von n gegen y hin wirksam denken.

d) Man verlängere die lothrechte Richtungslinie des Wirkens der K* aufwärts, bis sie die vorgenannte Horizontallinie ... x n y in deren Stelle x durchschneidet. Die Ebene des Rades, worin die Kräfte K* und W wirken, denke man sich bis zu x erweitert.

e) Diese bis zu x erweitert gedachte Drehebene des Wasserrades wird, nach den Grundsätzen der Mechanik, von der Kraft K* in demselben Grade zur Umdrehung um C angetrieben, es mag die K* in der Stelle n*, oder in der Stelle x der Richtungslinie des Wirkens der K* und der Drehebene des Rades angebracht seyn. Eben so aber ist es auch mit der Widerstandskraft W; man kann sich bei dieser statt ihrer Wirkungsstelle n, in welcher sie in horizontaler Richtung n y der Radumdrehung widerstrebt, die Stelle x der Horizontallinie ... x n y und Drehebene des Wasserrades vorstellen, in welcher sie, die W, von x gegen y hin, der von x gegen n* hin wirkenden Kraft K* widersteht.

f) Es wirken folglich die beiden in n* und n einander entgegenstehenden Kräfte K* und W gerade so gegen einander, als wenn sie in der Stelle x der erweitert gedachten Drehebene des Wasserrades in dieser in den Richtungen x n y und x n* ... angebracht wären; gerade so, als wenn aus der Stelle C der Wasserradwelle in der vorerwähnten Drehebene des Rades ein Hebelarm C x hervorginge, und am Ende x dieses Armes C x die K* von x aus lothrecht

abwärts gegen n* hin, die W aber von x aus horizontal seitwärts, gegen n hin, wirkte.

g) Damit man nun den mittleren Druck g, welchen diese beiden in x vereinigt vorgestellten, und in den vorgenannten Richtungen am Hebelarme C x unter dem Winkel n x n* = 90° einander reagirenden und sich das Gleichgewicht haltenden Kräfte gegen die Zapfenpfannen verursachen, ausmittele, so verfahre man so:

α) Von x aus trage man auf die Richtungslinie x n*... der K* eine Linie x a, die gerade so viele Linieneiner enthält, als die K* Krafteiner (Cubik-Fuße Wasser) in sich begreift.

β) Von x aus trage man ferner auch auf die Richtungslinie x n... der Kraft W eine Linie x b, welche gerade so viele, (den vorigen Linieneinern gleiche) Linieneiner enthält, wie viele Krafteiner die W in sich faßt.

γ) Aus den beiden für die Kräfte K* und W genommenen Verhältnißlinien x a = K* und x b = W und dem Winkel n* x n = 90° des Gegeneinanderwirkens der Seitenkräfte K* und W construire man das Kräften-Parallellogramm x a b c und ziehe dessen Diagonale x c.

δ) Dieser Diagonale Richtung zeigt, nach den Gesetzen der Mechanik, die Richtungslinie x c... an, in welcher das Wasserrad mit seinen Wellzapfen von den Kräften K* und W gegen die Zapfenpfannen gepreßt wird; und dieser Diagonale Größe zeigt zugleich auch, nach den Lehren der Mechanik, die mittlere Kraft, = g Cubikfußen Wasser, an, von welcher durch die Seitenkräfte K* und W das Wasserrad mit seinen Wellzapfen von den Kräften K* und W gegen die Zapfenpfannen gepreßt wird.

ε) Es ist aber in dem hier bei x rechtwinklichten Kräften = Parallellogramme x a b c die Länge der Diagonale

$$cx = \sqrt{[xa^2 + xb^2]};$$

man hat folglich auch, weil xa = K* und xb = W gesetzt worden ist (Nr. γ) und mithin cx = g seyn muß (Mechanik)

$$g = \sqrt{[K^* . K^* + W^2]}$$

ζ) Weil, für die Forderung des Gleichgewichtes zwischen K* und W nach voriger Nr. b, die Größe $W = \frac{R^* . K^*}{X}$ seyn muß, so hat man

$$g = \sqrt{[K^* . K^* + \left(\frac{R^* . K^*}{X}\right)^2]}$$ Cubikfußen Wasser.

η) So groß ist also hier der mittlere Druck g, welchen die beiden sich im Gleichgewichte haltenden Kräfte K* und W gegen die Zapfenlager des Rades, auf die er vertheilt ist, in einer mittleren Richtungslinie xc ausüben.

ϑ) Daß die Richtung xc in die Richtung xC fallen müsse, wenn man sich die Kraft W so, wie wir gethan haben, in die vorhin genannte Wasserradfläche versetzt denkt, das wird aus Folgendem offenbar: Es ist die Momentgleichung X . W = R* . K* oder

$$cn . W = Cn^* . K^*$$

(vor. Nr. b) gefordert worden; diese aber giebt die Proportion

$$cn : Cn^* = K^* : W$$

$$\text{oder } Cn : xn = K^* : W.$$

Im Kräftenparallellogramme xabc (vor. Nr. β und γ) ist xa oder bc = R* und xb = W gesetzt worden, und es verhält sich also da

$$bc : xb = K^* : W.$$

Folglich hat man die Proportion

$$bc : xb = Cn : xn$$

in den beiden bei b und n rechtwinklichten Dreiecken xbc und xnC, und es müssen demnach die Hypotenusen xc und xC derselben in einander fallen, was zu beweisen war.

---

h) Den in Nr. ζ erhaltenen mittleren Druck g addire man zu dem Gewichte des Wasserrades seiner Welle und seines Kammrades, welches Gewicht = G Cubikfußen Wasser ist, so hat man die in dem bisher betrachteten vierten Falle durch G und g erzeugte Drucksumme

$$\mathfrak{D}^4 = G + g = G + \sqrt{\left[\mathfrak{K}^* . \mathfrak{K}^* + \left(\frac{R^* . \mathfrak{K}^*}{\mathfrak{X}}\right)^2\right]}$$

Cubikfußen Wasser, welche die Zapfenlager zu leiden haben.

5.) Fünfter und schwierigster Fall.

A.) In $\mathfrak{C}$ (Fig. 6.) befinde sich eine horizontale in Pfannen herumdrehbare Welle; durch diese gehen Armhölzer $\mathfrak{A}\mathfrak{A}'$, $\mathfrak{A}''\mathfrak{A}'''$, die sich in $\mathfrak{C}$ winkelrecht durchkreuzen und in gleichen Längen über die Welle, gegen die sie winkelrecht stehen, hervorragen; die Aerme seyen durch Zwischenhölzer (Büge) mp, pq, qr, rm unter einander verbunden. Eine solche Vorrichtung nennt man ein Lenkkreuz.

B.) Dieses Lenkkreuz sey in einem gewissen Abstande $\mathfrak{C}$C seines Mittelpunktes $\mathfrak{C}$ von dem Mittelpunkte C des mechanischen Drehkreises abcd des Krummzapfens (der Kurbel) der horizontalen Welle eines oberschlächtigen Wasserrades, dessen mechanischer Halbmesser Cn*... = R* Fußen ist aufgestellt und zwar zuförderst so, daß die durch die Dicke des Drehkreuzes loth-

recht gehende Ebene in diejenige Ebene fällt, welche lothrecht durch die Mitte der Länge des Halses der Kurbelwarze lothrecht läuft.

C.) Die Höhe des Mittelpunktes C der Welle des Wasserrades über dem horizontalen Boden ist durch das Wassergefälle G ꝛc. (§. 2.) bestimmt, und nach dieser muß die Bestimmung der lothrechten Erhöhung, in welcher man das Mittelpunkt C des Lenkkreuzes über demselben horizontalen Boden anzulegen hat, nach mechanischen Grundsätzen bestimmt werden. Mit dem horizontalen Arme Cd des Krumzapfens (der Kurbel) soll nämlich das Lenkkreuz durch eine Zug- und Schubstange dn..., die an die Kurbelwarze in d durch ein Schlitzloch, und an den in die schiefe Lage Cn gestellten Kreuzarm Ca..., welcher einen Schlitz hat, durch einen horizontalen Drehnagel angehängt ist, so in Verbindung gesetzt seyn, daß, während der Kurbelarm Cd mit seiner Warze in dem mechanischen Drehkreise dabc (in welchem die Axe der Warze läuft) sich herumbewegt, das Lenkkreuz mit seinem Stangen-Anhängpunkte n einen Kreisbogen nan′ durchlaufe, dessen Sehne nn′ dem mechanischen Durchmesser db = ac = R Fußen des mechanischen Kurbelkreises dabc gleich ist; dabei aber soll durch die Höhe CA′..... des Mittelpunktes C des Kreuzes über dem vorerwähnten horizontalen Boden möglichst dafür gesorgt seyn, „daß die „Zug- und Schubstange dn... niemals mit dem „horizontalen Halbmesser Cd des Kurbelkreises und „dem horizontalen Halbmesser Cn* des Wasserrades in ei„ne gerade Linie zu liegen kommen könne, weil die„ses bei dem geforderten vortheilhaften Gange der Maschine „(nach unsern Untersuchungen) nicht seyn darf.“

D.) Dieses wird so bewirkt: Aus dem Wasserrad-Mittelpunkte C, dessen Höhe über dem Boden bereits bestimmt worden ist (§. 2.), ziehe man eine horizontallinie

CA″...; in dieser nehme man den Abstand CC (Nr. B). z. E. = 9 Fußen, den man für den besten hält, wodurch sich die lothrechte Höhe des C über den horizontalen Boden ergibt, über welchem die Höhe des C gemessen worden ist. — Wenn man hierbei im mechanischen Drehkreisbogen nan′ den mechanischen Kreuzarm Ca = r Fußen nimmt, diesen Arm aus seiner lothrechten Stellung in den Anfang n des verlangten Zug- und Schubbogens nan′ also in die schiefe Lage Cn bringt, und nun von n bis zum mechanischen Punkte d des horizontalen Kurbelarmes cd... eine gerade Linie zieht, so hat man die mechanische Länge nd = L Fußen der Zug- und Schubstange ...nd..., welche Länge sich zwischen den Mittelpunkten der Anhänglöcher dieser Stange befindet und die mit der Horizontallinie dCbn*... einen Winkel ndn* bildet. Man denke sich nun, daß der horizental gestandene Kurbelarm cd... aus seiner Lage in die lothrechte ca aufwärts gedreht werde; da wird, wenn man die nd = L Fußen zwischen den Zirkel nimmt und vermittelst desselben von dem obern Ende a des lothrechten Kurbelradius aus im Bogen nan′ das Punkt x sucht, sich die Lage ax der Zugstange ergeben, welche Statt haben muß, wenn der horizontale Arm Cd.. die lothrechte Lage Ca.. angenommen hat; diese Lage fällt hier nicht in die Richtung der Horizontallinie dCbn*..., in welcher die Wasserkraft K* lothrecht abwärts wirkt. Man denke sich weiter, daß der Kurbelarm Ca... aus seiner lothrechten Lage in die horizontale Cb.. übergegangen sey, und messe, so wird man finden, daß nun die Zugstange, die vorhin die Lage ax hatte, die Lage bn′ haben müsse, also hier ebenfalls nicht in die Richtung Cbn... falle. — Man stelle sich weiter vor, daß die Warze aus b in dem untern Drehhalbkreise bis c gehe, so wird nun von b an die Stange, welche im Gange der Warze durch ihren obern Drehhalbkreis dab hindurch eine Zugstange war,

weil sie des Kreuzarms Cn... Anhängpunkt n durch den Bogen nan′ hindurchzog, zu einer Schubstange, weil sie nun des Kreuzarmes Cn′ Punkt n′ rückwärts im Bogen n′an schiebt; man nehme die mechanische Stangenlänge dn = ax = bn′ = L Fußen zwischen den Zirkel und suche aus c im Bogen nan′ die Stangenlage cy; auch diese fällt nicht in die Richtung Cbn*. — Es durchlaufe endlich die Warze von c aus den zweiten Bogen cd ihres untern Drehhalbkreises bcd, so wird die Stange aus ihrer Lage cy in ihre erste Lage dn kommen, also wieder den vorigen Winkel ndn* mit der Horizontallinie dCbn* bilden und es wird nun der Bogen n′an rückwärts durchlaufen seyn.

E.) In dem mit dem mechanischen Halbmesser Ca = Cb = r Fußen gezogenen Kreise aba′b′, welchem der Zug- und Schubbogen nan′ zugehört, sey eine Totallast = Q, die aus einer Nutzlast = Q′ und Nebenlast = Q″ Cubikfußen Wasser besteht, so angebracht, daß sich die Sache gerade so verhält, „als „wenn im Hin- und Hergange des Zug- und „Schub-Armes Cn... des Kreuzes stetsfort eine Last „= Q im Ende b eines sich eingebildeten hori„zontalen mechanischen Halbmessers Cb = r Fußen „lothrecht dem Hin- und Hergange des mechanischen „Armes Cn = r entgegen wirkt.“

[Z. B. Es seyen in den Punkten b und b′ des horizontalen Armholzes A″ A‴ des Lenkkreuzes, also in den Entfernungen Cb = Cb′ = r Fußen, durch Drehnägel die lothrechten Kolbenstangen ..bc.., ..b′c′.. zweier Wasserpumpen P und P′ angehängt, von welchen die Stange ..bc.., wenn der Kreuzarm Ca in Cn liegt, mit ihrem Anhängpunkte b′ in h′, die Stange b′c′ aber mit ihrem Anhängpunkte b′ in h′ liegt, und die, indem der Arm Cn... den Zug- und Schubbogen nan′ hin und her durchstreicht, die Hub- und Schubhöhen hh′

$= hh'$ ($= nn' = Cd$) $= \mathfrak{R}$ Fußen durchstreichen. Die Berechnung der Widerstände der beiden Pumpenkolben, des Wassers in den Pumpen und der Kolbenstangen sey so geführt, daß man im Mittel genommen, die Totallast $= Q$ Cubikfußen Wasser kennt, die beständig vorhanden ist, so, als wenn im Punkte b eines horizontalen mechanischen Halbmessers $\mathfrak{C}b = \mathfrak{r}$ Fußen des Kreises $aba'b'$ eine Totallast $= Q$ winkelrecht zuerst dem Hin-, und hernach, in umgekehrter Richtung, dem Her-Gange des Zug- und Schubarmes $\mathfrak{C}n$ . . . des Kreuzes entgegen wirkte.]

F.) Die in b vorgestellte Last Q wirkt stets fort so, als wenn eine lothrecht liegende Rolle $\alpha\beta\gamma\delta$, die um eine in $\mathfrak{C}$ befindliche horizontale Axe drehbar und deren Halbmesser $\mathfrak{C}a = Ca = \mathfrak{X}$ Fußen ist, mit zweien einander entgegengesetzt laufenden Stricken umwunden wäre, von welchen der erste St^1 mit seinem Endstücke $\alpha a'$ in in der Richtung der horizontalen Tangente $\alpha\mathfrak{h}'$ der Rolle durch eine Kraft $= Q^*$, der zweite St^2 aber mit seinem Endstücke $\alpha a a''$ in der Richtung der horizontalen Tangente $\alpha h'$ ebenfalls durch eine Kraft $= Q$ ausgespannt wäre und die Q^* in a'' die Rolle $\alpha\beta\gamma\delta$ so lange vorwärts zöge, bis die Rollenlinie $\mathfrak{C}n$ in die Lage $\mathfrak{C}n'$ gekommen wäre, die Q^* in a' aber dabei der Q^* in a'' völlig nachgebe, hierauf diese Q^* in a'' aufhörte, vorwärts zu ziehen, dagegen aber die Q^* in a' anfinge, die Rolle rückwärts zu drehen, und die Rollenlinie $\mathfrak{C}n'$ wiederum in die vorige Lage $\mathfrak{C}n$ zurückzubringen.

G.) Die Last Q in b wirkt stetsfort dem durch den Umlauf der Kurbel und die Bewegung der Zug- und Schubstange erzeugten Hin- und Hergange des Lenkkreuzes mit einem Momente

$$\mu = \mathfrak{C}b \,.\, Q = \mathfrak{r} \,.\, Q$$

Cubikfußen Wasser entgegen. Von den Kräften Q^* und Q^*,

die wir uns statt der Last Q nach voriger Nr. F. an der Rolle $\alpha\beta\gamma\delta$ vorgestellt haben, wirkt jede in der Zeit, in welcher sie der Kurbelumdrehung widersteht, mit einem Momente

$$\mu^{\mathrm{I}} = \mathfrak{C}\alpha \,.\, Q^* = \mathfrak{X} \,.\, Q^*.$$

Soll nun die Q^* in ihrer Entfernung $\mathfrak{C}\alpha = \mathfrak{X}$ (von $\mathfrak{C}$) Fußen gerade so viel leisten, als die Q in ihrer Entfernung $\mathfrak{C}b = \mathfrak{r}$ Fußen leistet, so muß $\mu^{\mathrm{I}} = \mu$ also

$$\mathfrak{X} \,.\, Q^* = \mathfrak{r} \,.\, Q$$

also $$Q^* = \frac{\mathfrak{r} \,.\, Q}{\mathfrak{X}}$$ seyn.

H.) Es hat also die Stange in jedem Augenblicke der Zeit, in welcher sie von der Kurbelwarze durch die obere Hälfte dab des Kurbelkreises von d bis b hindurch gezogen wird, in jeder ihrer Lagen eine Last $= Q^*$ in der Richtungslinie a′h′... so zu ziehen, daß die Linie $\mathfrak{C}n$ in die $\mathfrak{C}n'$ übergeht; es verhält sich demnach hier bei der Annahme, „daß im Gange der Kurbel „von d durch a hindurch bis b stets Gleichgewicht „zwischen der Last Q in b und der Kraft $\mathfrak{K}^*$ in n^* Statt „habe“, die Sache im Durchschnitte genommen so, als wenn im Gange der Warze durch den obern Drehhalbkreis dab hindurch stetsfort in der Stelle a des lothrechten Halbmesser Ca des Warzenkreises ein Widerstand $Q^* = \frac{\mathfrak{r}}{\mathfrak{X}} \,.\, Q$ Cubikfußen Wasser in der Horizontallinie a a′ von a gegen a′ hin der Radkraft $\mathfrak{K}^*$ entgegenwirkte; als wenn an der Radwelle in C ein Kammrad angebracht wäre, dessen mechanischer Halbmesser $Ca = \mathfrak{R}$ Fußen ist, und welches mit einer Kamme am Stocke eines aufrecht stehenden Drehlinges, der von a gegen a′ hin einen Widerstand $= Q^*$ leistet, anläge.

J.) Ferner hat die Stange in jedem Augenblicke der Zeit, in welcher sie durch die untere Hälfte bcd des Kurbelkreises hindurch geschoben wird, in jeder ihrer La-

gen eine Last $= Q^*$ in der Richtungslinie a″ h′... so zu schieben, daß die Linie Cn′ wiederum in ihre vorige Lage Cn zurück geht; es verhält sich demnach hier bei der Annahme, „daß „im Gange der Kurbel von b durch c hindurch bis d stets „Gleichgewicht zwischen der Last Q in b und der Kraft „$\mathfrak{K}^*$ in n^* Statt habe“, die Sache im Durchschnitte genommen so, als wenn im Gange der Wärze durch den untern Drehhalbkreis b c d hindurch stetsfort in der Stelle c des lothrechten Halbmessers Cc des Warzenkreises ein Widerstand $Q^* = \frac{r}{\mathfrak{X}} \cdot Q$ in der Richtung der Horizontallinie c c′ von c gegen c′ hin entgegen wirkte.

K.) Die $\mathfrak{K}^*$ in n^* wirkt mit dem Drehmomente

$$m = Cn^* \cdot \mathfrak{K}^* = R^* \cdot \mathfrak{K}^*$$

Cubikfußen Wasser; die $Q = \frac{r}{\mathfrak{X}} \cdot Q$ in a oder in c wirkt dem m entgegen mit einem Momente

$$m' = Ca \cdot Q^* \text{ oder } Cc \cdot Q^* = \mathfrak{X} \cdot Q^*$$
$$= \mathfrak{X} \cdot \frac{r}{\mathfrak{X}} \cdot Q = r \cdot Q$$
$$= Cb \cdot Q.$$

Also muß für die Forderung, „daß während der Kurbelumdrehung stetsfort ein Gleichgewicht zwischen der Kraft „$\mathfrak{K}^*$ und der Last Q Statt haben“, $m' = m$, folglich

$$r \cdot Q = R^* \cdot \mathfrak{K}^*,$$

mithin $$Q = \frac{R^* \cdot \mathfrak{K}^*}{r}$$

Cubikfußen Wasser seyn.

L.) Wie groß, fragen wir nun, muß nach unseren bisherigen Betrachtungen der Druck $\mathfrak{D}^5$ seyn, welcher in C die Wellzapfen des Wasserrades gegen die Pfannen ausüben?

a) Man nehme zuvörderst den Widerstand $Q^* = \frac{r}{\mathfrak{X}} \cdot Q$ in Betrachtung, welcher stetsfort in a

geger a' hin Statt findet, während die Warze von d aus bis b die obere Hälfte d a b ihres mechanischen Drehkreises durchläuft. (Vorige Nr. H.)

α) Man kann sich die lothrechte Ebene des Warzenkreises abcd in die lothrechte mittlere Durchschnittsebene des Wasserrades, in welcher der horizontale mechanische Halbmesser Cn* desselben vorzustellen ist, hineingerückt denken, wobei nun die horizontale Wirkungslinie aa' des Widerstandes Q* als in dieser Ebene liegend und der Widerstand Q* als von a gegen a' hin wirksam vorzustellen ist.

β) Bei dieser Vorstellungsweise ist es gerade so, als wenn in der vorerwähnten Wasserradebene an dem um C drehbaren obern rechtwinklichten Winkelhebel, dessen Arm Cn* horizontal liegt, eine Kraft = K* Cubikfußen Wasser in n* lothrecht abwärts, am lothrechten Arme Ca aber in a ein Widerstand = Q* Cubikfußen Wasser der Drehkraft K* des Hebels in horizontaler Richtung von a gegen a' hin entgegen wirkte.

γ) Weil nach den Grundsätzen der Mechanik die Widerstandskraft Q*, in der vorgedachten Wasserradebene der Umdrehung dieser Ebene um C herum denselben Widerstand leisten muß, es möge die Q* in der Richtungs-Linie ... aa' des Wirkens derselben angebracht seyn, wo man wolle, so verlängere man die aa' rück- und die Linie n* K* aufwärts, bis die beiden Verlängerungen sich in einem Punkte m durchschneiden. Es ist nun, nach der Mechanik, eben so, als wenn in dem Punkte m der vorgenannten Wasserradebene eine Kraft = K* lothrecht abwärts und ein Wider-

stand = Q* horizontal seitwärts von m gegen a hin der Umdrehung der Ebene um C entgegen wirkte.

δ) Diese zwei in m vorgestellten Kräfte K* und Q erzeugen für die Annahme des Gleichgewichtes eine mittlere Drucksumme = g Cubikfußen Wasser gegen die Wellzapfen des Rades, welche sich aus dem Parallelogramme Camn* der Kräfte ergiebt, wenn man darin (wie sich leicht als gestattet darthun läßt) die K* durch die Linie mn* und die Q* durch die Linie ma ausdrückt; diese mittlere Drucksumme ist, der Richtung und Größe nach, der Richtung und Länge der Diagonale Cm des vorgenannten Parallelogrammes gleich; es ist also

$$g = Cm = \sqrt{[Ca^2 + am^2]} = \sqrt{[X^2 + R^{*2}]}$$
$$= \sqrt{[K^{*2} + Q^{*2}]} = \sqrt{\left[K^{*2} + \left(\frac{r}{X} \cdot Q\right)^2\right]}$$

ε) Folglich ist die Drucksumme, welche das Wasserrad durch sein Gewicht = G Cubikfußen Wasser in lothrechter und durch die sich einander reagirenden Kräfte K* und Q* in der schiefen Richtung mC gegen die zwei Pfannen der Wasserradzapfen ausübt, während die Kurbelwarze von d aus bis b die obere Hälfte dab ihres mechanischen Drehkreises durchläuft, eine Größe

$$D = G + gG + \sqrt{\left[K^{*2} + \left(\frac{r}{X} \cdot Q\right)^2\right]}$$

Cubikfußen Wasser.

b) Man nehme nun weiter den Widerstand

$$Q^* = \frac{r}{X} \cdot Q$$

in Betrachtung, welcher stets fort in c gegen c′ hin Statt findet, während die Warze von b aus bis d die untere Hälfte bcd ihres mechanischen Drehkreises durchläuft (vor. Nr. J).

α) Man stelle sich auch hier (wie in Nr. a, α) die lothrechte Ebene des Warzenkreises abcd in die lothrechte Durchschnittsebene des Wasserrades, in welcher der horizontale mechanische Halbmesser Cn^* desselben vorzustellen ist, hineingerückt vor, wobei nun die horizontale Wirkungslinie cc′ des Widerstandes Q^*, welcher in dem Untertheile der lothrechten Durchschnittsebene des Wasserrades Statt findet, als in dieser Ebene liegend, und der Widerstand Q^* als von c gegen c′ hin wirksam vorzustellen ist.

β) Bei dieser Vorstellungsweise ist es gerade so, als wenn in der vorerwähnten Wasserradebene an dem um C drehbaren unteren rechtwinklichten Winkelhebel, dessen Arm Cn^* horizontal liegt, eine Kraft $= K^*$ Cubikfußen Wasser in n^* lothrecht abwärts, am lothrechten Arme Cc aber in c ein Widerstand $= Q^*$ der Drehkraft K^* des Hebels in horizontaler Richtung von c gegen c′ hin entgegen wirkte.

γ) Nach Grundsätzen der Mechanik wirken die beiden Kräfte K^* und Q^* in ihren Richtungslinien in der Wasserrad-Ebene gerade so, als wenn sie im Durchschnittspunkte m′ der Verlängerungen dieser Linien angebracht wären, als wenn in m′ eine Kraft K^* lothrecht abwärts und ein Widerstand $= Q^*$ horizontal auswärts wirkte.

δ) Diese zwei in m unter einem rechten Winkel einander entgegen wirkenden Kräfte K^* und Q^* erzeugen eine mittlere Drucksumme für die Annahme des Gleichgewichtes, eine mittlere Drucksumme $=$ g Cubikfußen Wasser gegen die Wellzapfen des Rades, welche sich aus dem Kräftenparallellogramme $Ccm'n^*$ ergiebt, wenn man darin (wie es gestattet ist — —) die K^* durch die Linie n^*m' und die Q^* durch die Linie cm′

ausdrückt und die Diagonale Cm′ zieht; die Richtung und Länge dieser Cm′ zeigt die Richtung (von C gegen m′ hin) und die Größe der

$$g = Cm' = \sqrt{[Cc^2 + cm^2]} = \sqrt{[\mathfrak{X}^2 + R^{*2}]}$$
$$= \sqrt{[\mathfrak{K}^{*2} + Q^{*2}]} = \sqrt{[\mathfrak{K}^{*2} + \left(\frac{r}{\mathfrak{X}} \cdot Q\right)^2]}$$

Cubikfußen Wasser.

e) Folglich ist die Drucksumme, die das Wasserrad durch sein Gewicht = G Cubikfußen Wasser in lothrechter und durch die sich einander reagirenden Kräfte $\mathfrak{K}^*$ und Q^* in der schiefen Richtung Cm′ nach m′ hin gegen die beiden Zapfenpfannen ausübt, während die Kürbelwarze die untere Hälfte bcd ihres mechanischen Drehkreises durchläuft, eine Größe

$$\mathfrak{d} = G + g = G + \sqrt{[\mathfrak{K}^{*2} + \left(\frac{r}{\mathfrak{X}} \cdot Q\right)^2]}$$

Cubikfußen Wasser.

c) Nach Nr. a leiden die beiden Wellzapfen des Wasserrades die Drucksumme $\mathfrak{d}$ gegen die Pfannen hin, während die Kurbelwarze die obere Hälfte dab ihres Drehkreises von d bis b durchläuft und es ist dort die Richtung des Drucktheiles g in dem $\mathfrak{d}$ die mC; nach Nr. b ferner leiden die beiden Wellzapfen des Wasserrades eine eben so große Drucksumme $\mathfrak{d}$ gegen die Pfannen hin, während die Kurbelwarze die untere Hälfte bcd ihres Drehkreises von b bis d durchstreift; es ist aber nur da die Richtung des in dem $\mathfrak{d}$ enthaltenen Drucktheiles g die m′C; demnach ist in dem bisher betrachteten fünften Falle der Druck gegen die Pfannen eine Größe

$$\mathfrak{D}^5 = \mathfrak{d} = G + g = G + \sqrt{[\mathfrak{K}^{*2} + \left(\frac{r}{\mathfrak{X}} \cdot Q\right)^2]}.$$

Hierin ist aber nach vor. Nr. K. die Größe

$$Q = \frac{R^* . \mathfrak{K}^*}{r}$$

$$\text{folglich } \frac{r}{\mathfrak{X}} \cdot Q = \frac{r}{\mathfrak{X}} \cdot \frac{R^*}{r} \cdot \mathfrak{K}^* = \frac{R^*}{\mathfrak{X}} \cdot \mathfrak{K}^* \text{ und}$$

$$\left(\frac{r}{\mathfrak{X}} \cdot Q\right)^2 = \left(\frac{R^*}{\mathfrak{X}} \cdot \mathfrak{K}^*\right)^2;$$

man hat demnach

$$\mathfrak{D}^5 = G + g = G + \sqrt{\left[\mathfrak{K}^{*2} + \left(\frac{R^*}{\mathfrak{X}} \cdot \mathfrak{K}^*\right)^2\right]}$$

Cubikfußen Wasser.

Resultat.

Aus den bisherigen Untersuchungen über die Größen

$$\mathfrak{D}^1,\ \mathfrak{D}^2,\ \mathfrak{D}^3,\ \mathfrak{D}^4,\ \mathfrak{D}^5$$

geht hervor, „daß für jede andere an ein oberschläch„tiges Wasserrad angehängte Maschine der Druck

$= D^*$ Cubikfußen Wasser,

„welchen das Rad durch sein Gewicht G 2c., durch die zu „der Betreibung der Maschine angewendete Wasserkraft $\mathfrak{K}^*$ 2c. „ausübt, keine für alle Maschinenarten gleichgül„tige Größe sey, daß folglich D für jede Maschinenart „nach besonderen Regeln berechnet werden müsse.“

Nachbemerkung.

Warum, wird man fragen, hat man sich denn so viele Mühe zu geben, um die Größe des D für jede besondere an das Rad angehängte Maschine nach besonderen der Art der Maschine angemessenen Regeln so gut, als man zu thun vermag, ausfindig zu machen? Die Antwort hierauf folgt in dem nachstehenden Paragraphen.

§. 43.

Von der Reibung F der Wellzapfen in den Pfannen.

1.) Die Reibung oder Friction, = F Cubikfußen Wasser, welche das Rad durch sein Gewicht G, seine Was-

serbelastung K* und die an dieses angehängte Maschinenart mit seinen Zapfen in den Pfannen derselben ausübt, ist eine von dem vorgenannten Drucke, = D* Cubikfußen Wasser, abhängige Größe; sie ist ein gewisses Bruchstück = μ . D*, worin μ den ächten Bruch bezeichnet, welchen man mit D multipliciren muß, um F zu erhalten.

2.) Dieser Bruch μ ist eine Größe, die man nur beiläufig genau bestimmen kann. Man setzte sonst $\mu = \frac{1}{3}$; man ist aber in neueren Zeiten durch Versuche viel weiter in der Bestimmung des Bruches μ gekommen. Man kann sich hier in der Ausübung folgender Regel bedienen:

»Wenn die glattgeschliffenen eisernen Wellzapfen in messingenen Pfannen oder Büchsen laufen, und man diese auch nur mit schlechter Wagenschmiere, der man zuweilen etwas Oel beisetzt, einschmiert, so ist beiläufig

$$\mu = \tfrac{1}{10}.$$

»Wenn aber die so geschmierten Zapfen in eisernen Pfannen laufen, so ist beiläufig

$$\mu = \tfrac{1}{8}.«$$

3.) Da man also μ nur beiläufig bestimmen kann aber die Friction

$$F = \mu \, . \, D^* \text{ ist}$$

(vor. Nr. 1.), so begeht man in der schwierigen Bestimmung der F ganz offenbar einen Fehler, wenn man, wie gemeinhin geschieht, den Zapfendruck D* nicht für jede besondere Art der Maschine, die an das Rad angehängt ist, besonders berechnet, und D* nur nach einer oberflächlich angenommenen Regel bestimmt, welche nicht für jede Maschinenart gültig ist.

4.) Deswegen haben wir uns im vorigen Paragraphen die Mühe gegeben, für wenigstens fünf Hauptfälle zu zeigen, wie man in diesen, und selbst auch da noch

nur beiläufig, für den Fall des Gleichgewichtes zwischen der Kraft K^* und Totallast Q den Druck D^* zu berechnen habe.

5.) Die Größe F selbst hat Einfluß auf D^*, wie sich leicht begreifen läßt; wollte man aber selbst auch noch darauf Rücksicht nehmen, so würde man in Untersuchungen unb Formelnbildungen hineingerathen, welche für die Praxis um so mehr überflüßig sind, weil man erstlich den Bruch μ nicht genauest bestimmen kann, und weil auch zweitens der Kraftabgang = Cubikfußen Wasser, welcher der Wasserkraft K^* durch die Wellzapfenreibung F abgeht, keine sehr bedeutende Größe seyn kann, da die F nur in einer geringen Entfernung = r Fußen (welche der Halbmesser eines Wellzapfens ist) dem großen Momente $Cn^* . K^* = R^* . K^*$ der Wasserkraft K^*, also mit einem nur geringen Momente $= \varrho . F = \varrho . \mu\ D^*$ Cubikfußen Wasser entgegen wirkt.

§. 44.

Herstellung einer Gleichgewichtsgleichung zwischen Kraft und Last.

1.) Die Wasserkraft K^* wirkt an dem horizontalen mechanischen Halbmesser $C n^* = R^*$ Fußen in n^* lothrecht abwärts mit dem Momente

$$= R^* . K^* \text{ Cubikfußen Wasser.}$$

2.) Die Totallast Q der an das Rad angehängten Maschine, von welcher Last Q wir uns hier die Zapfenreibung des Wasserrades abgerechnet denken, wirkt der K^* und ihrem Momente in einer Entfernung $C a = C c = \mathfrak{R}$ Fußen von der Drehaxe C des Rades entgegen mit einem Momente

$$= \mathfrak{X} . Q . \text{ Cubikfußen Wasser.}$$

3.) Zu diesem Widerstands-Momente kommt aber auch noch das Moment der Zapfenreibung des Wasserrades, welche Reibung F durch den Druck D* der Wellzapfen dieses Rades gegen dessen Zapfenpfannen in diesen verursacht wird; dieses Reibungs-Moment aber ist nach dem vorigen Paragraphen

$$= \varrho \,.\, \mu \,.\, D^*,$$

worin D nach den in §. 42. gegebenen Lehren zu bestimmen ist.

4.) Also ist (nach Nr. 2. und 3.) die Summe der Widerstands-Momente

$$= \mathfrak{X} \,.\, Q + \varrho \,.\, \mu \,.\, D^*$$

5.) Sucht man aus dieser eine Widerstandskraft = $\mathfrak{k}$ Cubikfußen Wasser, die in der horizontalen Entfernung $Cn^* = R^*$ Fußen, in welcher die Wasserkraft $\mathfrak{K}^*$ im Rade lothrecht abwärts wirksam ist, dieser $\mathfrak{K}^*$ direkt entgegen, also im Ende n^* des $Cn^* = R^*$ Fußen lothrecht aufwärts am Wasserrade wirkt, so muß für die hier vorgegebene Entfernung R^* der $\mathfrak{k}$ diese $\mathfrak{k}$ so groß seyn, daß ihr Moment

$$R^* \,.\, \mathfrak{k} = \mathfrak{X} \,.\, Q + \varrho \,.\, \mu \,.\, D^*$$

ist. Daraus folgt

$$\mathfrak{k} = \frac{\mathfrak{X} \,.\, Q + \varrho \,.\, \mu \,.\, D^*}{R^*}$$

6.) Für die Forderung des Gleichgewichtes zwischen $\mathfrak{k}$ und $\mathfrak{K}^*$ muß $\mathfrak{k} = \mathfrak{K}^*$, also

$$\frac{\mathfrak{X} \,.\, Q + \varrho \,.\, \mu \,.\, D^*}{R^*} = \mathfrak{K}^*$$

Cubikfußen Wasser seyn.

7.) Diese Gleichung giebt

$$\mathfrak{X} \,.\, Q + \varrho \,.\, \mu \,.\, D^* = R^* \,.\, \mathfrak{K}^*,$$

ferner

$$\mathfrak{X} . Q = R^* . \mathfrak{K}^* - \varrho . \mu . D^*$$

und dann

$$Q = \frac{R^* . \mathfrak{K}^* - \varrho . \mu . D^*}{\mathfrak{X}}$$

*) Wir haben vorsetzlich weitläufiger gerechnet, als es nöthig gewesen wäre. — — —

„Man erhält also die Totallast Q, von welcher „wir die Reibung F an den Wasserradwell„zapfen ausgeschlossen haben (Nr. 2.), wenn „man das Wasserkraft-Moment $R^* . \mathfrak{K}$ um „das Zapfenreibungs-Moment $\varrho . \mu . D^*$ „des Wasserrades vermindert, und den Rest die„ser beiden Momente durch die Entfernung = $\mathfrak{R}$ „Fußen der Last Q von dem Drehpunkte C des „Wasserrades dividirt.“

8.) Diese in der Entfernung = $\mathfrak{R}$ Fußen vom Drehpunkte C des Wasserrades vorgestellte Totallast = Q Cubikfußen Wasser besteht

a) aus einer Nutzlast = Q′ Cubikfußen Wasser, und

b) aus einer bei dieser Q″ durch Reibungen 2c. Statt habenden Nebenlast = Q″ Cubikfußen Wasser,

welche zwei Lasten die dem Wasserrade angehängte Maschine der Kraft $\mathfrak{K}^*$ desselben entgegen wirken, und vorzustellen sind, als Lasten Q′ und Q″,

„die man durch gehörige Berechnungen für die vor„genannte Entfernung, = $\mathfrak{R}$ Fußen, derselben von „C aufgesucht hat.“

9.) Setzt man nun in der am Ende der Nr. 7. für Q erhaltenen Gleichung die Summe Q′ + Q″ statt der dortigen Q, so hat man

$$(Q' + Q'') = \frac{R^{*} . \mathfrak{K}^{*} - \varrho . \mu . D^{*}}{\mathfrak{X}},$$

woraus $Q = \frac{R^{*} . \mathfrak{K}^{*} - \varrho . \mu . D^{*}}{\mathfrak{R}} - Q''$

Cubikfußen Wasser folgt.

„Man erhält also (in Cubikfußen Wasser, „und also auch, durch Multiplikation eines jeden „Cubikfußes mit seiner Gewichtszahl $= \gamma$ Pfun„den, in Pfunden) die Größe der Nutzlast „Q', wenn man zuerst die $Q = Q' + Q''$ nach „§. 7. berechnet, und dann von dieser die für die „Entfernung $= \mathfrak{R}$ Fußen berechnete Neben„last Q'' der Maschine abzieht.“

10.) Durch die Berechnung der Q' nach der Gleichung in Nr. 9. weiß man erst,

„welchen Nutzen diejenige Wasserkraft $\mathfrak{K}^{*}$, „deren Werth von der Umdrehungszeit $=$ T „Sekunden abhängig ist (§. 13, 15, 24), gewäh„ren kann.“

§. 45.

Verschiedene Erwägungen,

welche das Bestimmen der Umlaufszeit $=$ T Sekunden eines oberschlächtigen Rades, und also auch der Geschwindigkeit desselben, d. h. die Größe des Bogen-Weges $=$ c Fußen, welchen ein Theilrißpunkt in einer Sekunde gleichförmig durchläuft, betreffen.

1.) Wir sind in der Bestimmung einer Zellenladung

$$\mathfrak{L} = \frac{T . {}^{a}M}{N}$$

Cubikfußen Wasser (§. 13.), von welcher die Wasserkraft K^* des Rades abhängig ist, davon ausgegangen,

„daß man die Umlaufszeit = T Sekunden des „Rades schon wisse,“

und haben von dieser Voraussetzung an die K^* und dann weiter die Q und Q′ berechnet (§. 44).

2.) Wie groß aber, hat man hier erst darzuthun, soll man denn diese T annehmen, da ja diese eine von der Radbelastung Q und von noch andern Größen abhängige Größe ist, da das Rad bei einer stärkeren Belastung Q desselben langsamer geht, und somit eine größere Wasserladungssumme L^s in sich aufnimmt, also auch eine stärkere Kraft K^* erhalten muß, als wenn Q kleiner genommen, und somit dem Rade eine größere Geschwindigkeit c und kleinere Umdrehungszeit T verstattet wird.

3.) Wenn in T Sekunden das Endpunkt n^* des mechanischen Halbmessers $C n^* = R^*$ Fußen die ganze Theilrißperipherie = 6,28 R^* Fußen gleichförmig durchläuft (also das Rad einmal herumgeht), so durchläuft in einer Sekunde das Endpunkt n^* einen Kreisbogenweg

$$c = \frac{6{,}28 \,.\, R^*}{T} \text{ Fußen,}$$

$$\text{woraus } T = \frac{6{,}28 \,.\, R^*}{c} \text{ Sekunden folgt.}$$

4.) Wie man nun c zum Bestimmen der T, oder umgekehrt, die T zum Bestimmen der c zu nehmen habe, darüber wollen wir hier noch Folgendes beibringen.

A.) In Eytelwein's Handbuch der Mechanik fester Körper und Hydraulik findet man z. B. dieses:

„Die Wirkung des oberschlächtigen Wasserrades sey „(falls man NB. bei diesem den Wasserstoß so, wie bei ei„nem unterschlächtigen Rade berechnet) am größ-

„ten, wenn man dem Rade (durch eine gehörig berechnete „Belastung Q desselben) eine Umdrehungs-Geschwin„digkeit = c Fußen gestatte, welche die Hälfte $\frac{1}{2}$ C der „Geschwindigkeit = C Fußen des in das Rad einstürzenden „Wassers ist" (wornach also $T = \frac{6{,}28 \,.\, R^*}{\frac{1}{2} C}$ Sekunden seyn müßte). —

Dieser Satz ist aber außer andern Gründen schon aus dem Grunde falsch, weil, wie wir schon in §. 23, Nr. 9. bemerkt haben, der Wasserstoß bei den oberschlächtigen Rädern unmöglich so, wie bei den unterschlächtigen berechnet werden kann; denn bei diesen folgt das Stoßwasser der gestoßenen Schaufel nach, und preßt diese so lange vorwärts, bis es ganz von ihr abgeflossen ist; bei jenen Rädern aber folgt das Stoßwasser der gestossenen Zelle nicht mit Stoßpressung nach, und fließt auch nicht von dieser ab, sondern es senkt sich mit Stoß in die Zelle nieder, verbleibt in dieser, und wirkt dann durch sein Gewicht, bis zum Ausfließen aus der Zelle. — Dem Vorigen fügt dann Eytelwein noch Folgendes bei:

„In der Ausübung pflegt man aber selten diese Regel „($c = \frac{1}{2}$ C zu setzen) zu befolgen, weil, je langsamer „das Rad umläuft, desto breiter dasselbe seyn muß, um „alles Wasser aufzunehmen, und weil die größeren Rä„der nicht nur einen stärkeren Bau erfordern, sondern „auch mehr Friction verursachen; und da überdieß der „Stoß des einstürzenden Wassers selten sehr beträchtlich ist, „(wenn man ihn NB. unrichtig berechnet) — so pflegt man „gewöhnlich den oberschlächtigen Rädern dieselbe Ge„schwindigkeit zu geben, welche das einstürzende Wasser hat, „also c = C zu setzen, weshalb es bei diesen Rädern nur „darauf ankommt, daß die Geschwindigkeit c derselben nie „größer als die C werde (warum denn?); daß nicht „kleiner als $\frac{1}{2}$ C werden solle, darf kaum erinnert zu wer„den, weil dieser Fall nicht leicht eintreffen wird. — — —

B.) Durch dieses Raisonnement ist für nöthige Belehrung über das Bestimmen der c und der von ihr abhängigen Größe T, oder der T und der von ihr abhängigen c (vor. Nr. 3.) nichts, was Einsicht verschafft, geleistet, denn man muß anerkennen, was nun folgt:

a) Einer jeden besonderen Maschine M, die man zum Betreiben derselben einem oberschlächtigen Wasserrade anhängen will, gehört in einer gewissen Stelle derselben eine gewisse Nutzlast = Q′ Cubikfußen Wasser ($= \gamma . Q'$ Pfunden) zu, und ferner eine von der Q′ und der Einrichtungsart der Maschine M abhängige Nebenlast Q″, welche auf die Stelle, in welcher die Nutzlast Q′ der Wasserkraft K* Widerstand leistet, reducirt seyn soll. — Diese Q′ aber ist keineswegs eine bloß willkührlich oder bloß nach der K* zu setzende Größe, sondern sie ist zu setzen als eine Größe, welche nach theoretischen und praktischen Grundsätzen der Mechanik die nützlichste ist für den besten Effekt der Maschine.

b) Einer jeden Maschine M, die man einem oberschlächtigen Wasserrade zum Betriebe derselben anhängen will, gehört aber ferner auch noch ein gewisser Weg = w Fußen zu, welcher in einer gewissen ganzen oder gebrochenen Zahl = t Sekunden von der grundsatzmäßig festgesetzten Nutzlast durchlaufen werden muß, damit die Maschine den besten Effekt leiste.

Z. B. Man nehme die Hammerwerke, bei welchen der Hammer ein gewisses Gewicht G haben muß, welches dem besten Fortgange der Arbeiten, die man damit verrichten will, nach eingenommenen Erfahrungen am angemessensten ist, bei welchen nämlich das Schwerpunkt des Hammers in einer gewissen Zeit t durch einen

Kreisbogenweg = w Fußen aufgehoben werden und in einer gewissen Zeit = t′ Sekunden in diesem w wieder niederfallen muß, damit das von ihm zu schlagende glühende Metall geschwind genug gehämmert und seine Hitze nicht unnützlich fortgelassen werde. Man nehme ferner die Saug- und Druck-Werke, in welchen die Kolben in einer gewissen Zeit = t Sekunden einen Hubweg = w Fußen durchlaufen müssen, welcher für den Effekt der Maschine der nützlichste ist. — Man nehme ferner bie Sägemühlen, bei welchen gewisse Gränzen für t und w zu beachten sind, damit die Säge nicht zu langsam gehe, aber auch, zur Vermeidung der schädlichen Erhitzung derselben, nicht zu geschwind gehen darf. U. s. w.

c) Da nach Vorigem zu jeder besonderen Maschine M eine bestimmte Nutzlast Q′ und ein Weg w derselben gehört, welcher in einer bestimmten Zeit t von der Q′ durchlaufen werden muß, die Größen Q′, t, w aber nach theoretischen und praktischen mechanischen Grundsätzen so, daß die Maschine M den besten Effekt leiste, zu bestimmen sind, so hat man für die nach solchen Grundsätzen aufgesuchten Werthe der Größen Q′, t, w zu erwägen,

„wie man nach Maaßgabe der Wassermenge „aM, der Höhe des Rades, seiner Zellenzahl N und der besondern Beschaffenheit „der Maschine M, mit welcher man es zu thun „hat, die Umlaufszeit T des Wasserrades oder „die Geschwindigkeit desselben, zum Gewinnen „des größten Nutzeffektes der Maschine (und „zwar mit Rücksicht auf Entbehrlichkeit oder

„Nothwendigkeit eines Vorgeleges), auszu-
„mitteln habe; man hat mithin zu bekennen, daß sich „keine für alle Maschinen M, welche durch ober-„schlächtige Wasserräder betrieben werden sollen, „gültige Regeln angeben lassen, nach welchen die „Größen T und c zu bestimmen sind.“

) Ganz anders verhält sich die Sache bei unterschlächtigen Wasserrädern, bei welchen die Radgeschwindigkeit c im Endpunkte des mechanischen Radhalbmessers = R Fußen nach mechanischen Untersuchungen der Hälfte der Geschwindigkeit C, mit welcher das Wasser gegen das Mittelpunkt der untersten lothrechten Schaufel des Rades anströmt, gleich seyn muß, damit dieses durch seinen Stoß oder hydraulischen Druck, mit dem es bei einem solchen Rade allein für die Umdrehung desselben wirksam ist, seinen größten Nutzeffekt ausüben könne, und wornach man die dem Rade anzuhängende Maschine **ohne** oder **mit** Vorgeleg anzuhängen hat, damit die Nutzlast Q' in der verlangten Zeit t einen schicklichen Weg = w Fußen durchlaufe.

§. 46.

Nöthigste Untersuchungen über die Weglaßbarkeit und Erforderlichkeit eines Vorgeleges und Anordnung der an dieses anzuhängenden Maschine.

1.) An der Wasserradwelle W' ist entweder, je nachdem die Beschaffenheit der durch das Rad zu betreibenden

Maschinen es erfordert, ein Triebrad (Stirn- oder Kamm-Rad oder Drehling), oder ein Daume (Drucker oder Heber) oder eine Kurbel angebracht, wodurch das Wasserrad auf die ihm angehängte Maschine M wirksam wird. Einem jeden der hier genannten drei Dinge gehört ein Punkt p zu, mit welchem es im Anfange eines jeden Angriffes der Maschine M ein Punkt p′ derselben zur Bewegung anpakt und dieses Punkt p nennen wir das angreifende Punkt des Wasserrades, das Punkt p′ aber das angegriffene Punkt der Maschine M. Die bei jedem ersten Angriffe Statt habende und also kleinste Entfernung des p von der Axe der Wasserradwelle sey = $\mathfrak{X}$ Fußen. Für dieses p und dessen $\mathfrak{X}$ denken wir uns die Nutzlast Q′ der Maschine und die von dieser Q′ in der Angriffsstelle p herrührende Nebenlast Q″ berechnet [denn die Wasserradzapfenreibung $\varrho \,.\, \mu \,.\, D^*$ ist in unserer Gleichgewichtsgleichung (§. 44, Nr. 7.) besonders aufgestellt]. Am Ende der $\mathfrak{X}$ denken wir uns ferner den Maschinenwiderstand $Q = (Q' + Q'')$ Cubikfußen Wasser ($= \gamma \,.\, Q$ Pfunden) so wirksam und berechnet, daß die Richtung desselben allemal am Anfange des Angreifens des p mit dem Hebelarme = $\mathfrak{X}$ Fußen winkelrecht ist, was man hier wohl zu merken hat.

3. E. Es sei die Maschine M ein Schwanzhammer, das geforderte Gewicht desselben sei = $\mathfrak{G}$ Cubikfußen Wasser, die Entfernung des Schwerpunktes des Hammers von seiner Drehaxe sei = $\mathfrak{C}$ Fußen, also das Moment des $\mathfrak{G}$ eine Größe $= E \,.\, \mathfrak{G}$; die Entfernung des Schwanzendes p′ von der Drehaxes des Hammers sei = e Fußen, also die in diesem Ende vorgestellte Nutzlast Q′ $= \frac{E \,.\, \mathfrak{G}}{e}$ und für dieses Ende p′ der e sei auch die Daumen- und Hülsenreibung, welche die Hammereinrichtung verursacht, also die Neben-

last Q'' berechnet; es sei also am Ende p' des Schwanzes = e Fußen und im Punkte p des Hebelarmes der Radwelle die Totallast Q = (Q' + Q'') Cubikfußen Wasser wirksam, und so genommen, daß sie dem Triebarme des Wasserrades am Anfange seines Angreifens in der Entfernung = R Fußen rechtwinklicht widersteht. Weil im Verlaufe der Bewegung der Triebarm der Wasserradwelle eine schiefe Lage bekommt, er also die Last Q schief packt, dabei aber auch an ihm die Entfernung X des Griffpunktes p von der Axe der Wasserradwelle länger wird, so soll dem Zahne oder der Kamme des Triebrades oder dem Druck oder Hebedaumen, der sich an der Wasserradwelle befindet, eine solche Krümmung gegeben werden, bei welcher doch immer die Momente der Kraft und Last einander gleich und gerade so groß bleiben, wie sie am Anfange des Angriffes waren. Dieser Forderung kann durch die Geometrie und Mechanik entsprochen werden, was hier als einstudirt vorausgesetzt wird. — Wie hier bei einem Schwanzhammer die Q in dem angegriffenen Punkte p' und dem angreifenden Punkte p' zu denken ist, so hat man sich die Q auch bei allen übrigen Maschinen M in den nun folgenden Betrachtungen für p' und p gehörig berechnet zu denken. (Man thut wohl, wenn man sich hier für verschiedene Maschinen besondere Zeichnung macht und sich durch diese unsere hier geforderte Vorstellungsweise verdeutlicht.)

2.) Die für die nützlichste Wirkung der Maschine nach Erfahrungen gewählte und für das Maschinenpunkt p' berechnete Nutzlast Q' muß aber auch in p' in einer

gewissen Zeit = t Sekunden einen gewissen Kreisbogenweg = w Fußen durchlaufen, welcher nebst der Q′ auch noch zu der nützlichsten Wirkung der Maschine M gehört.

3. E. Der Schwanzhammer muß bei seinem ihm durch Erfahrungen angewiesenen schicklichsten Gewichte G auch noch in einer gewissen Zeit = t Sekunden mit seinem Schwerpunkte und seiner Platte durch einen gewissen Kreisbogen weg = W Fußen aufgehoben werden, der für den Gang des Hammers der Nützlichste ist, und zu welchem ein gewisser aus dem W und den vorerwähnten Entfernungen E und e berechneter Kreisbogenweg w $= \frac{e}{E}$ W Fußen des Endpunktes p′ des Schwanzes des Hammerhelmes gehört.

3.) Zu diesem nützlichsten Wege w des angegriffenen Punktes p′ der Maschine M gehört ein nützlichster Weg = w′ Fußen, welcher von dem angreifenden Punkte p in derselben Zeit t durchlaufen werden muß, damit die für p′ berechnete Q′ in der Zeit t durch den Weg w hindurch getrieben werde. Diesen w′ kann man allemal aus w berechnen und man kann allemal durch gehörige Krümmung der Zähne oder Kammen oder Daumen die Einrichtung so treffen, daß w′ = w werde.

4.) Wenn man nun t und w′ für die Q′ und die vorerwähnte Entfernung X derselben von der Axe des Wasserrades gehörig gewählt hat, so kann man daraus die Umlaufszeit = τ Secunden berechnen, welche zu t und w′ gehört. In der Zeit t soll das die Q angreifende Punct p des Hebelarmes X des Wasserades den Weg = w′ Fußen durchlaufen, damit das von dem p angegriffene Punct p′ der Maschine M (z. E.) das Schwanzende des Hammerhelmes) in derselben Zeit t den Weg = w Fußen durchlaufe; wenn aber in t Sekunden von

dem Punkte p der Weg = w' Fußen durchlaufen werden muß, so muß in einer Sekunde das angreifende Punkt p den Kreisbogenweg

$$c = \frac{w'}{t} \text{ Fußen}$$

durchlaufen (gleichförmige Bewegung angenommen.) Dieser Sekundenweg = c Fußen ist die Geschwindigkeit c des angreifenden Punktes p des Wasserrades.

5.) Die Peripherie, welche dieses in der Entfernung = 𝔛 Fußen von der Wasserradwelle liegende Punkt p bei einem Wellen- oder Rad-Umgange durchläuft, ist = 6,28 𝔛 Fußen. Wenn aber zu c Fußen diese Peripherie eine Sekunde Bewegungszeit gehört, so gehört zu der ganzen Peripherie die Umlaufzeit

$$\tau = \frac{6{,}28 \,.\, \mathfrak{X}}{c} \text{ Secunden.}$$

6.) Setzt man hierin den Werth von $c = \frac{w}{t}$ (Nr. 3), so hat man die zu den vorgegebenen Größen t und w' gehörende Umlaufszeit

$$\tau = \frac{6{,}28 \,.\, \mathfrak{X}}{\left(\frac{w'}{t}\right)} = \frac{6{,}28 \,.\, \mathfrak{X}\, t}{w'}$$

Sekunden.

„So groß muß die zu den geforderten Größen „t, w' und 𝔛 nöthige Umlaufszeit τ des Punk„tes p des Armes der Wasserradwelle seyn.“

7.) Für diese Umdrehungszeit = T Sekunden der Wasserradwelle berechne man nun aus der Gleichgewichtsgleichung

$$Q = \frac{R^* \,.\, \mathfrak{K}^* - \varrho \,.\, \mu \,.\, D^*}{\mathfrak{X}}$$

den Werth der Totallast Q, welchen die T für die Maschine M, mit der man es zu thun hat, und für die man

den Axendruck D* nach §. 43. besonders berechnet haben muß, in der Entfernung = X Fußen von der Axe der Wasserradwelle, also im Punkte p des Arms dieser Welle und in dem Punkte p′ der Maschine M gewähren kann. Diese der Zeit T zugehörende Totallast Q bezeichne man, damit sie unterschieden werde von derjenigen Q, die man in p und p′ gerne haben möchte, durch Q, so hat man für die aus den gegebenen Größen t, w und X gesuchte Zeit T die von dieser gewährbare Totallast

$$Q = \frac{R^* . K^* - \varrho . \mu . D^*}{X}$$

Cubikfußen Wasser ($= \gamma . Q$ Pfunden).

8.) Nun vergleiche man diese Q mit der nützlichen Totallast $Q = (Q' + Q'')$, die man für die Maschine M und die Punkte p und p′ ausgemittelt hat (wobei NB. die Q″ aus der angenommenen Nutzlast abgeleitet und gehörig ausgedrückt worden seyn muß). In dieser Vergleichung der Ω mit der Q kann sich Folgendes ergeben:

A.) Daß der Unterschied zwischen derjenigen Totallast Ω. welche die aus den geforderten Größen t, w und X gefolgerte Umlaufszeit T des Wasserrades gewährt, und derjenigen Totallast Q, die man in p und p′ gerne haben möchte, nicht auffallend groß ist, daß man deswegen gar wohl statt der verlangten Q in p oder p′ die Ω annehmen, und also die Berechnung der Q für die Ω einrichten könne; es kann aber auch

B.) das Gegentheil hiervon Statt finden.

9.) Wenn der Unterschied zwischen Ω und Q nicht sehr bedeutend ist, so verfährt man so:

A.) Ist Ω größer als Q, so behält man das Gewicht G, woraus man für die Größen E, e die $Q = \frac{E . G}{e}$ oder $\frac{W . G}{w}$ (Nr. 3.) berechnet hat, bei.

es giebt dann die von der K* in der angewiesenen Stelle p′ erzeugte Kraft 𝔔 etwas Ueberwucht über das Gewicht 𝔊, die ohnehin bei Maschinen, wie z. E. Hammerwerken ꝛc., in welchen periodisch immer neue Lastmasse in Bewegung gesetzt werden muß, nöthig ist; falls diese Ueberwucht V zu groß wäre, und die Last 𝔊 im Betreiben der Maschine einen zu geschwinden Gang annähme, so wäre das ein Beweis, daß für die Maschineneinrichtung, die man getroffen hat, die Zuflußwassermenge ^zM, die man anwendet, zu groß ist; man hätte folglich hier, um der Maschine M den erwünschten Gang anzuweisen, weiter nichts zu thun, als die Schlundlochfalle im Gerinne g g′ nach gehörigem Ermessen nicht ganz aufzuziehen, damit von der ^zM ein Theil über die Falle hinüberströme, und aus dem Schlundloche nur eine solche Ausflußmenge ^aM in das Rad einkommen könne, durch welche der verlangte beste Gang der M bewirkt wird.

B.) Ist die 𝔔 nicht beträchtlich kleiner, als die aus 𝔊, E und e für die Größen 𝔚 und t berechnete Q, so kann man ebenfalls die 𝔔 statt der Q beibehalten, muß aber nun das Gewicht 𝔊 verkleinern. Soll nämlich bei den angenommenen Entfernungen E und e der Kräfte 𝔊 und Q statt der Q eine kleinere Kraft 𝔔 Statt haben, so muß für das geforderte Gleichgewicht zwischen 𝔔 und 𝔊 die Momentgleichung

$$e \,.\, \mathfrak{Q} = E \,.\, \mathfrak{G}$$

besorgt, also daraus, weil 𝔔 für 𝔚 und t gesucht seyn soll, die Größe 𝔊 abgeleitet werden; es muß demnach statt $\frac{e}{E}\,Q = \mathfrak{G}$ nur

$$\frac{e}{E} \,.\, \mathfrak{Q} = \mathfrak{G}'$$

gesetzt, und noch dazu, wenn man einen Ueberwucht V der 𝔔 über die 𝔊′ braucht, die 𝔊′ noch weiter um etwas vermindert werden. „Ob diese Verkleinerungen der 𝔊 noch für einen ziemlich „nützlichen Gang der Maschine M tauglich seyen, „oder ob man sie unterlassen und sich auf andere „Weise helfen müsse, darüber muß die Praxis entscheiden."

10.) Wenn der Unterschied zwischen 𝔔 und Q sehr bedeutend ist, so hat man folgende Lehren gehörig zu benützen:

A.) Ist 𝔔 gegen Q sehr groß, so kann man von der Zuflußwassermenge ^zM vermittelst versuchter Regulirungen der Stellfalle so viel Wasser unbenutzt weglaufen lassen wollen, als zum erwünschten Gange der M erforderlich ist (vergl. Nr. 9, A.); oder man kann, wenn man es für zweckmäßig und thunlich findet, dem Wasserrade mehr, als nur eine Maschine, zum Betreiben anhängen.

B.) Ist 𝔔 gegen Q bedeutend klein, so muß man zuvörderst versuchen, „ob nicht bei einer noch erträglichen Vergrößerung der Zeit t eine brauchbare „𝔔 erhalten werden könne."

Nach Nr. 6. muß nämlich für die vorgegebenen Größen 𝔴′ und t die Umdrehungszeit der Wasserradwelle eine Größe

$$T = \frac{6{,}28 \,.\, \mathfrak{X} \,.\, t}{\mathfrak{w}'}$$

Sekunden seyn. Darin kann man die Größe 𝔛, die man ohnehin schon bei der Construktion der Maschine thunlichst groß nimmt, damit die T nicht zu klein, also das Wasserrad durch seinen zu geschwinden Gang nicht zu schwach mit Wasser beladen, und 𝔔 nicht zu klein werde, nicht mehr wohl vergrößern. Man könnte ferner die Größe

w′ vermindern, um eine größere Bewegungszeit T des Wasserrades und eine größere Kraft $\mathfrak{Q}$ zu gewinnen; dieser Verminderung der w′ steht aber der Nachtheil entgegen, „daß dadurch die Last Q vergrößert wird“; denn es ist $Q = \frac{E}{e}\mathfrak{G}$ und, für $w' = w, = \frac{\mathfrak{W}}{w} . \mathfrak{G}$; es wird also die Q, welche die $\mathfrak{Q}$ wenigstens das Gleichgewicht halten soll, desto größer, je kleiner man die w′ = w nimmt. — Man kann endlich die Zeit t, in welcher die in dem Punkte p′ der Maschine angenommene Last Q den Weg w durchlaufen soll, damit bei den angenommenen Entfernungen E und e die Last $\mathfrak{G}$ in derselben Zeit t den verlangten nützlichen Weg $\mathfrak{W}$ durchlaufe, um etwas vergrößern, wodurch Q und $\mathfrak{G}$ zwar (zum Nachtheile für die nützlichste Einrichtung der M) etwas langsamer ginge, aber doch eine größere Zeit $T = \frac{6{,}28 . \mathfrak{R} . t}{w'}$ und eine größere in p wirkende Wasserkraft $\mathfrak{Q}$ erhalten würde. — —

Man vergrößere also die Zeit t so weit, als es die Erfahrungen, die man über den nützlichsten Gang der Maschine M angestellt hat, und andere Grundsätze gestatten, berechne aus dem angenommenen Werthe der t die Zeit T und für diese die Kraft $\mathfrak{Q}$ (nach §. 7.), vergleiche sodann die $\mathfrak{Q}$ mit der verlangten Q und erwäge, ob die $\mathfrak{Q}$ wenigstens doch um ein Geringes größer herausgekommen sey, als die Q groß seyn soll. Wenn das ist, so kann man die $\mathfrak{Q}$ statt der Q gebrauchen, falls aber eine ganz unstatthafte Vergrößerung der Zeit t des Ganges der zu betreibenden Last $\mathfrak{G}$ und der dazu gehörenden Last Q erforderlich würde, um aus dieser t nach der Gleichung

$$T = \frac{6{,}28 . \mathfrak{X} . t}{w'}$$

eine Umlaufszeit T des Wasserrades herauszubringen, die

bei angestellten Proberechnungen eine Kraft $\mathfrak{Q}$ in der Stelle p gewährt, welche um ein Geringes größer ist, als die für die Stelle p oder p′ berechnete Last $\mathfrak{Q}$, so muß man davon abstehen, „die Maschine M ohne Vorgeleg „an die Wasserradwelle W^1 anzuhängen, man muß zwi„schen dieser Welle W^1 und der durch das Wasserrad zu be„treibenden Maschine M eine aus einer zweiten Welle W^2 „und aus zweien an dieser angebrachten Triebrädern be„stehende Zwischenmaschine — ein sogenanntes Vor„geleg — anbringen, dessen Welle W^2 gehörig durch das „Wasserrad in Umdrehungsbewegung versetzt wird, und an „welches die zu betreibende M gehörig angehängt ist.“

Man darf aber hier nicht etwa meinen, „daß man „durch eine solche Zwischenmaschine den verlangten „nützlichsten Gang der zu betreibenden M gänzlich er„zwingen könne, sondern man muß immer bedenken, daß „bei allen und jeden Maschinenanlagen das me„chanische Gesetz herrschend bleibe:

„„Was man durch Verringerung der Bewe„„gungszeit t einer durch einen vorgeschriebenen „„Weg w hindurch zu treibenden Last Q, also „„durch Erhöhung der Geschwindigkeit der zu „„überwältigenden Q gewinnt, das muß man an „„der Größe der Q verlieren, und so umge„„kehrt ꝛc.““

Ein Vorgeleg leistet also nur in der Rücksicht Dienste, „daß man dadurch eine verlangte große Ge„schwindigkeit einer zu betreibenden Last — eine Ver„minderung der Gangzeit t der Last — durch einen ge„wissen Weg w hindurch erzwingen kann, wobei man „aber auch die Last gehörig verringern muß, so, daß „diese der verlangten vergrößerten Geschwindigkeit der„selben angemessen sey.“

1.) Es sey nach §. 2. die Höhe des Wasserrades für das gehörig ausgemittelte Wassergefäll bestimmt, daraus nach §. 3. der Theilrißhalbmesser Cn = R^* Fußen (Fig: 7.) und nach §. 4. die Zellenzahl N abgeleitet worden. — Ferner habe man diejenige mittlere Wasserzuflußmenge ^zM, die man, nach Beobachtungen, Jahr ein, Jahr aus, in der meisten Zeit zu benützen hat, zur Erkenntniß gebracht, und zwar für eine Gerinnweite = w und eine Wassertiefe = $\mathfrak{H}$ Fußen (§ 12), und habe für die ^zM die Schlundlochlänge l (nach §. 12, Nr. 5.) so bestimmt, daß die dortige in das Rad einströmende Ausflußmenge ^aM der Zuflußmenge ^zM gleich sey. Zu diesen Größen N und ^aM nehme man nun eine Umlaufszeit = T Sekunden der Wasserradwelle, die in der Figur durch W^1 bezeichnet ist, auf solche Weise an, »daß die Zellenladungen nicht gar zu klein werden, »also keine zu kleine Wasserkraft K^* und Nutzlast »gewähren, aber auch kein zu breites, zu lästiges und »kostspieliges Wasserrad erfordern.« (Zu dieser Beurtheilung und Aufstellung der T gehört eine auf die Wassermenge ^zM gestützte gute Beurtheilungskraft, die jedoch nur in solchen Fällen, in welchen man mit einer nur geringen ^zM zu kämpfen hat, in Anspruch zu nehmen ist; denn wenn man Wasser genug zum Hinweglaufen hat, so fallen alle die Besorgnisse, für die wir in der Folge rechnen, hinweg.) — Für die vorliegenden Größen N, ^aM = ^zM und die als gehörig beurtheilt angenommene Umlaufszeit = T Sekunden des Wasserrades suche man die Wasserladung $\mathfrak{L} = \frac{T \,.\, {}^aM}{N}$ einer Zelle (nach §. 13.) und setze die vorhin gezeigten Berechnungen fort, bis man den Werth der am Ende des mechanischen Halbmessers = R^* Fußen wirksamen Wasserkraft K^* gefunden hat.

2.) Nun nehme man an der Welle W^1 ein Triebrad $\mathfrak{T}$ an, und zwar in einer Höhe, welche für die Lage

der Welle $\mathfrak{W}^1$ über dem Boden des Maschinengebäudes die schicklichste ist. Den mechanischen Halbmesser c p, dessen Punkt p den Drehling D der Welle $\mathfrak{W}^2$ bei dem ersten Angriffe des D ergreift, bestimme man, und es sey dessen Länge = X Fußen.

3.) Aus dem Radgewichte G und den Größen R*, X und K* berechne man nach §. 42*, Nr. 2. den Druck D* der Zapfen der Wasserradwelle $\mathfrak{W}^1$ gegen die Pfannen, und dann daraus weiter nach § 43. das Reibungsmoment $\varrho\,\mu\,.\,D^*$.

4.) Aus R*, K*, $\varrho\,.\,\mu\,.\,D^*$ und X suche man weiter nach §. 44, Nr. 7. die Kraft Q, welche die am Ende des R* wirksame Wasserkraft K* in der Stelle p des Triebrades gegen den Triebstock des Drehlings D der Welle $\mathfrak{W}^2$ auszuüben vermag, und bezeichne diese Kraft Q durch $\mathfrak{Q}$, weil wir die Maschinenlast im Folgenden durch Q bezeichnen.

5.) Diese Kraft $\mathfrak{Q}$ ist für die Umdrehung des Drehlings D der Welle $\mathfrak{W}^2$ wirksam; es ist so, als wenn allemal, wenn ein Zahn des Triebrades $\mathfrak{T}$ einen Stock des Drehlings angreift, eine Kraft = $\mathfrak{Q}$ Cubikfußen Wasser am Stocke des D wirksam wäre, und zwar in einer Entfernung = c′p = x Fußen, die hier der mechanische Halbmesser des D seyn soll.

6.) Das Moment der am Ende p des cp′ = x Fußen wirksamen und vorhin berechneten Wasserkraft $\mathfrak{Q}$ ist für die Umdrehung des D und der Welle $\mathfrak{W}^2$ eine Größe

$$m = x\,.\,\mathfrak{Q}$$

Cubikfußen Wasser.

7.) An der Welle $\mathfrak{W}^2$ sey ein Triebrad $\mathfrak{T}'$ oder ein Daume befindlich, sein mechanischer Halbmesser sey c″ p, welcher mit seinem angreifenden Punkte p allemal, wenn ein neuer Angriff eintritt, eine Stelle p′ der an das Vorgeleg angehängten Maschine M ergreift. Diese p′ setze dem

p des Vorgelegs eine vorgeschriebene Last = Q Cubikfußen Wasser entgegen. Das Moment dieses Widerstandes ist für die Welle $\mathfrak{W}^2$ eine Größe

$$m' = y \cdot Q$$

Cubikfußen Wasser.

8.) Verlangt man nun Gleichgewicht zwischen der Kraft $\mathfrak{Q}$ in p und der Last Q in p, so muß m' = m, also

$$y \cdot Q = x \cdot \mathfrak{Q}$$

seyn, woraus

$$y = \frac{x \cdot \mathfrak{Q}}{Q}$$

Fußen folgt.

9.) Im Punkte p der Entfernung cp = y Fußen (deren Richtung man sich für jede M gehörig vorzustellen hat) soll die für dieses Punkt p geforderte Totallast Q = (Q' + Q'') Cubikfußen Wasser in einer geforderten Zeit = t Sekunden einen Weg = w' Fußen durchlaufen, also ist der für die Last Q geforderte Sekundenweg, d. h., die für die Q geforderte Geschwindigkeit

$$c = \frac{w'}{t}$$

Fußen (denn wenn in t Sekunden w' Fuße durchlaufen werden sollen, so müssen in einer Sekunde $c = \frac{w'}{t}$ Fuße durchlaufen werden).

10.) Wenn aber zu c Fußen der Bewegung der Last Q eine Sekunde gehört, so gehört zu den 6,28 . y Fußen, welche der Hebelarm c''p ... mit seinem angreifenden Punkte p in jeder Umdrehung der Welle $\mathfrak{W}^2$ durchlaufen muß (damit c Statt habe) eine Umdrehungszeit

$$T' = \frac{6{,}28 \cdot y}{c} = \frac{6{,}28 \cdot y}{\left(\frac{w'}{t}\right)} = \frac{6{,}28 \cdot y \cdot t}{w'}$$

11.) Diese durch die Größen t, w', y bestimmte Umdrehungszeit T' der zweiten Welle $\mathfrak{W}^2$ ist aber

auch noch bestimmt durch die Umdrehungszeit T des Wasserrades und den mechanischen Halbmesser c′p = x Fußen des Drehlings D der Welle $\mathfrak{W}^2$.

In der angenommenen Zeit T (z. B. 6 Sekunden) geht die Wasserradwelle $\mathfrak{W}^1$ einmal herum; das Triebrad $\mathfrak{T}$ derselben greift in den Drehling D der $\mathfrak{W}^2$ ein, und weil der mechanische Angriffs-Halbmesser c p des $\mathfrak{T}$ eine Größe = $\mathfrak{X}$ Fußen, der mechanische angegriffene Halbmesser des D aber eine Größe = x Fußen seyn soll, so muß die Welle $\mathfrak{W}^2$ bei einer Umdrehung der $\mathfrak{W}^1$ gerade so oft herumlaufen, wie oft x in $\mathfrak{X}$ enthalten ist, also $\frac{\mathfrak{X}}{x}$tel mal. Wenn aber die $\mathfrak{W}^2$ in der Umlaufszeit T der $\mathfrak{W}^1$ heumgeht $\frac{\mathfrak{X}}{x}$tel mal, so braucht die $\mathfrak{W}^2$ zu einer Umdrehung die Umlaufszeit

$$T' = \frac{T}{\frac{\mathfrak{X}}{x}} = \frac{T \,.\, x}{\mathfrak{X}}$$

Sekunden. ($\frac{\mathfrak{X}}{x}$ Umdrehungen der $\mathfrak{W}^2$ erfordern die Zeit T einer Umdrehung der $\mathfrak{W}^1$, was erfordert eine Umdrehung der $\mathfrak{W}^2$ für einen Theil T′ der T?)

12.) Man hat demnach rücksichtlich der Größen t, w′, y, nach Nr. 10., daß die der Welle $\mathfrak{W}^2$ zugehörende Umlaufszeit

$$T' = \frac{6{,}28 \,.\, y \,.\, t}{w'} \text{ Sekunden}$$

seyn müsse; hat aber ferner auch noch rücksichtlich der Größen T, $\mathfrak{X}$, x, nach Nr 11., daß die der Welle $\mathfrak{W}^2$ zugehörende Umlaufszeit

$$T' = \frac{T \,.\, x}{\mathfrak{X}} \text{ Sekunden}$$

zu setzen sey.

Diese zwei für dieselbe Zeit T′ gefundenen Ausdrücke, welche zu verschieden gegebenen Größen, denen durch die T′ ein Genüge geleistet werden soll, gehören, müssen einander gleich seyn; es muß also die Gleichung T′ = T′ oder

$$\frac{T \cdot x}{\mathfrak{X}} = \frac{6{,}28 \cdot y \cdot t}{\mathfrak{w}'} \quad ({}^{\dagger}2)$$

Statt haben.

13.) Diese Gleichung giebt die Hebelarmlänge c″ p

$$\text{oder } y = \frac{T \cdot x \cdot \mathfrak{w}'}{\mathfrak{X} \cdot 6{,}28 \cdot t}$$

Fußen.

14.) In Nr. 8. war aber auch, wegen des verlangten Gleichgewichtes zwischen den geforderten Größen $\mathfrak{Q}$ und Q die Länge

$$y = \frac{x \cdot \mathfrak{Q}}{Q} \quad (♁)$$

Fußen zu setzen, mithin muß, nach Nr. 8. und Nr. 13., damit y = y sey,

$$\frac{x \cdot \mathfrak{Q}}{Q} = \frac{T \cdot x \cdot \mathfrak{w}'}{\mathfrak{X} \cdot 6{,}28 \cdot t} \quad (\odot)$$

$$\text{oder } \frac{\mathfrak{Q}}{Q} = \frac{T \cdot \mathfrak{w}'}{6{,}28 \cdot \mathfrak{R} \cdot t} \text{ seyn.}$$

15.) Da ist aus der Folgegleichung ($\odot$), die sich aus der Forderung T′ = T′ (Nr. 12, †2) und aus der Forderung $y = \frac{x \cdot \mathfrak{Q}}{Q}$ (Nr. 14, ♁) ergab, die Größe = x Fußen des mechanischen angegriffenen Halbmessers c′ p des Drehlings D der Welle $\mathfrak{W}^2$ herausgefallen! Was heißt das? „Es kommt auf die „Größe x dieses c′ p gar nichts an, man kann diese, da„mit die Gleichung (†2) und ($\odot$) bestehe, annehmen, „wie man will, nur muß, damit die Folgegleichung

„(☉) Statt habe, für den angenommenen Werth $= x$
„Fußen des c′p der Gleichung $y = \frac{x \,.\, \mathfrak{Q}}{Q}$ (♁) ein
„Genüge geleistet werden."

„„Man nehme also c′p oder x so, wie es technisch
„„tauglich seyn mag, an, berechne aus x und den
„„sich bestimmten Größen 𝔔 und Q den Werth
„„$= y$ Fußen von c″p, so erhält man die Glei-
„„chung (☉) und deren Folge.

16.) Die Gleichung (☉) giebt

$$\frac{\mathfrak{Q} \,.\, 6{,}28 \,.\, \mathfrak{X} \,.\, t}{T} = Q \,.\, w' \quad (☾)$$

In der Maschine M aber sey die Q der Stelle p in einer Entfernung $=$ e Fußen von einer dritten Drehaxe und die Last 𝔊 in einer Entfernung $=$ E Fußen von dieser Drehaxe angebracht (man stelle sich z. E. in p das Ende des Schwanzes eines Schwanzhammers vor, und mache sich die Zeichnung dazu); zu den Hebelarmen e und E gehören die Bogenwege w und 𝔚 ($w' = w$ gesetzt), also ist $E \,.\, \mathfrak{G} = e \,.\, Q$ und folglich auch $\mathfrak{W} \,.\, \mathfrak{G} = w \,.\, Q = w' \,.\, Q$ zu setzen, nämlich für das geforderte Gleichgewicht zwischen Kraft und Last, man hat sonach aus der Gleichung (☾) die hier folgende

$$\frac{\mathfrak{Q} \,.\, 6{,}28 \,.\, \mathfrak{R}}{T} = \frac{\mathfrak{W} \,.\, \mathfrak{G}}{t}$$

17.) In der ersten Seite der letzteren Gleichung ist die Umlaufszeit $=$ T Sekunden der Wasserradwelle nach gehörigem Ermessen der Umstände angenommen (vor. Nr. 1.); ferner ist auch die Größe $cp = \mathfrak{X}$ Fußen angenommen, und aus diesen Größen T und 𝔛 ist nach vor. Nr. 4. die in p Statt habende Wasserkraft $=$ 𝔔 Cubikfußen Wasser berechnet.

In der zweiten Seite der letzteren Gleichung sind die Größen 𝔊, 𝔚 und t vorhanden. Die Werthe der-

selben müssen einander wechselseitig solche Dienste leisten), daß sie in der für sie gefundenen arithmetischen Verbindung dem völlig constituirten Werthe der ersten Gleichungsseite ein Genüge leisten.

Für diese Gleichheitsforderung sind, weil die zweite Gleichungsseite drei Größen, $\mathfrak{G}$, $\mathfrak{W}$ und t, deren Werthe man nach Grundsätzen wählen und gehörig für einander einrichten kann, folgende drei Gleichungsfälle möglich, und es ist unter diesen der nützlichste für die Maschineneinrichtung auszuwählen.

A.) Nimmt man $\mathfrak{W}$ und t an, und sucht $\mathfrak{G}$, so erhält man aus der letztern Gleichung folgende:

$$\frac{\mathfrak{Q} \,.\, 6{,}28 \,.\, \mathfrak{X}}{T} \cdot \frac{t}{\mathfrak{W}} = \mathfrak{G} \text{ Cubikfußen Wasser.}$$

„Je größer bei dem durch Rechnung gefundenen Werthe des Multiplikators von $\frac{t}{\mathfrak{W}}$ und einem für die Last = $\mathfrak{G}$ Cubikfußen Wasser angenommenen Wege = $\mathfrak{W}$ Fußen die Bewegungszeit = t Sekunden der Last $\mathfrak{G}$ angenommen wird, je langsamer also die $\mathfrak{G}$ durch den Weg $\mathfrak{W}$ hindurch gehen soll, desto größer kann die Last $\mathfrak{G}$ seyn. (Verminderung der Geschwindigkeit der Last $\mathfrak{G}$ giebt Vergrößerung der $\mathfrak{G}$; §. 10, Nr. B.).“

B.) Nimmt man $\mathfrak{G}$ und t an, und sucht $\mathfrak{W}$, so erhält man

$$\frac{\mathfrak{Q} \,.\, 6{,}28 \,.\, \mathfrak{R}}{T} \cdot \frac{t}{\mathfrak{G}} = \mathfrak{W} \text{ Fußen.}$$

„Je größer bei dem durch Rechnung gefundenen Werthe des Multiplikators von $\frac{t}{\mathfrak{G}}$ und einer zu diesem angenommenen Last = $\mathfrak{G}$ Cubikfußen Wasser die Bewegungszeit = t Sekunden der

Bayerische Staatsbibliothek München

„𝔊 angenommen wird, desto größer kann der „Weg 𝔚 der Last 𝔊 seyn."

C.) Nimmt man endlich 𝔚 und 𝔊 an, und sucht t, so erhält man zuvörderst

$$\mathfrak{Q} \,.\, 6{,}28 \,.\, \mathfrak{X} \,.\, t = \mathfrak{W} \,.\, T \,.\, \mathfrak{G} \text{ und dann}$$

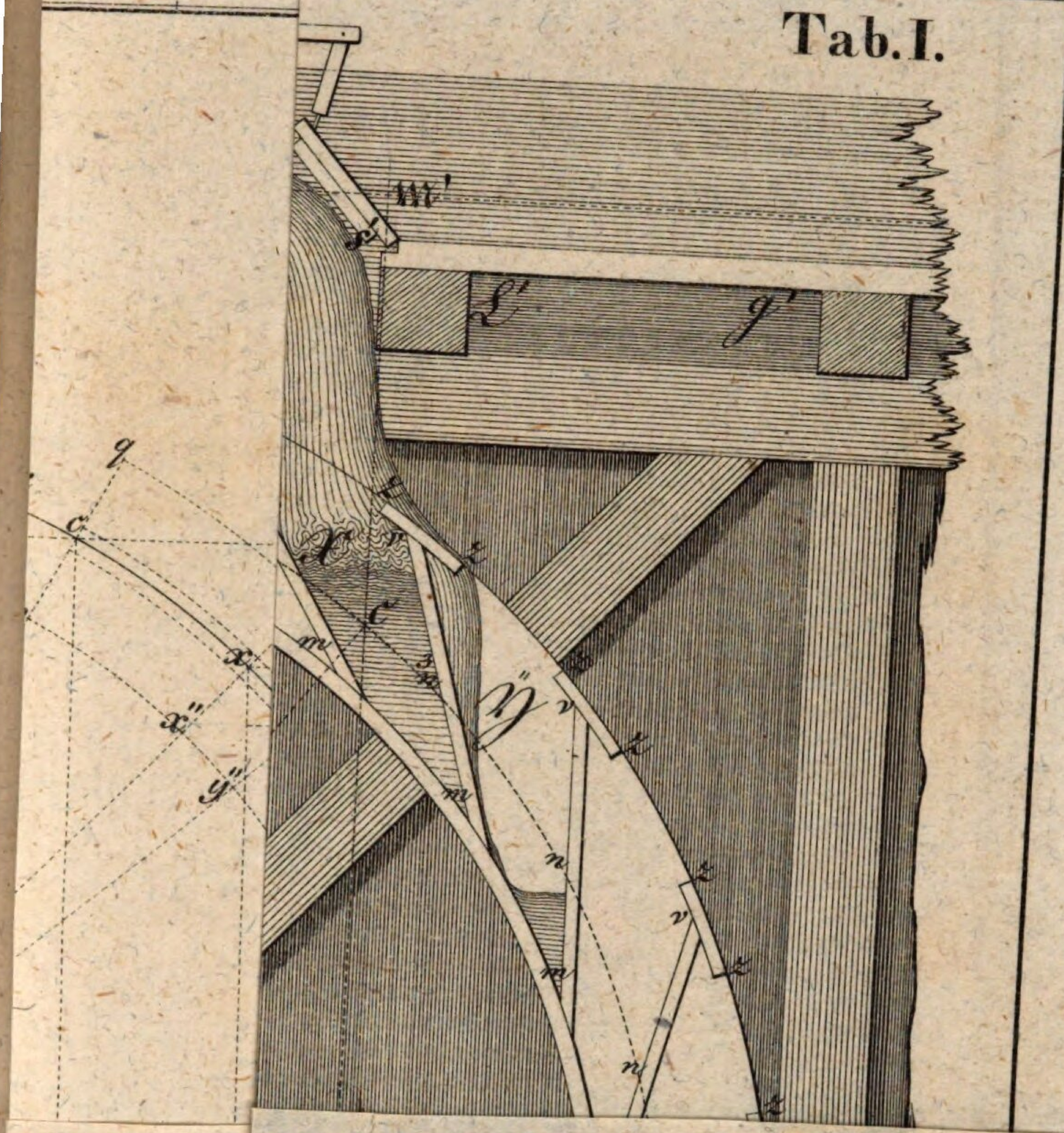
$$t = \frac{T}{\mathfrak{Q} \,.\, 6{,}28 \,.\, \mathfrak{R}} \,.\, \mathfrak{W} \,.\, \mathfrak{G}$$

„Je größer bei dem berechneten Werthe des „Multiplikators des Produktes 𝔚 . 𝔊 der Werth „von 𝔚 . 𝔊 ist, desto größer muß die Be„wegungszeit t der Last 𝔊 durch den Weg 𝔚 „hindurch seyn."

Bayerische Staatsbibliothek München

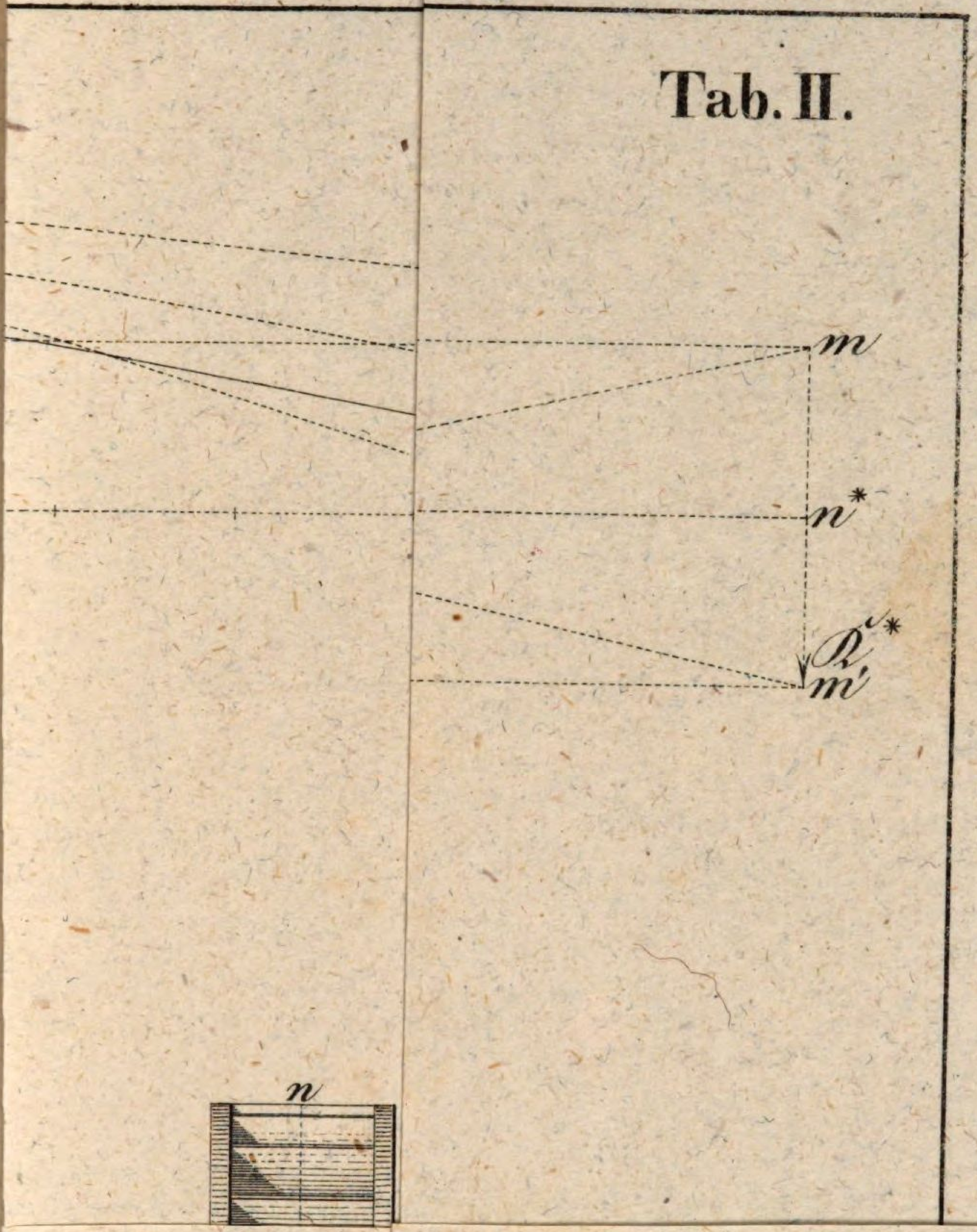
rschlächtige Wasserräder.

Tab.I.



chtige Wasserräder.

Tab. II.



Bayerische
Staatsbibliothek
München

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Rösling, Christian Lebrecht,

Von den oberschlächtigen Wasserrädern mit versuchten Verbesserungen der Berechnung und Einrichtung derselben, Erläuterungen durch Zahlenrechnungen und zweien Steindrucktafeln

Augsburg ; Leipzig 1836

BHS III 15
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10708262-5